

黄花菜化学成分及药理作用研究进展

谢鑫明, 李昕蓉, 李成义*, 魏小成, 何军刚, 强正泽, 李 岩, 燕羽婷, 符凯润
(甘肃中医药大学, 甘肃 兰州 730000)

摘要: 黄花菜 *Hemerocallis citrina* Baroni 为百合科萱草属植物, 以未开放及初开花蕾入药, 具有药用价值和保健功效, 主产于甘肃、湖南、山西、四川、湖北等地。它含有多种化学成分, 主要包括黄酮类、挥发油、多酚类、萜醌类、生物碱类及其他类, 其中黄酮类及其苷类含量较高, 是其主要活性物质, 具有清热利湿、宽胸解郁、凉血解毒的功效。现代研究表明, 黄花菜有抗抑郁、抗氧化、抗肿瘤、镇静睡眠、抗炎抑菌、护肝等作用。本文结合国内外文献对黄花菜化学成分和药理作用进行系统综述, 以期为后续其质量标准建立、临床应用和相关产品开发提供理论依据。

关键词: 黄花菜; 化学成分; 药理作用

中图分类号: R284.1 **文献标志码:** A **文章编号:** 1001-1528(2024)10-3379-09

doi: 10.3969/j.issn.1001-1528.2024.10.032

黄花菜 *Hemerocallis citrina* Baroni 为百合科萱草属植物, 又名金针菜、川草花、宜男花, 药用部位为未开放或初开的花蕾, 其根部也可以入药, 有小毒^[1], 味甘、性凉, 归心、肝、脾经, 有解郁、止血、养血、平肝、利尿等功效, 临床用于治疗水肿、小便不利、吐血^[2]等症状。它原产于亚洲和欧洲, 我国山地也有野生种, 多分布在我国秦岭以南地区, 主产区有甘肃庆阳、湖南邵阳、河南淮阳、陕西大荔、江苏宿迁、云南下关、山西大同等地^[3], 具有较高的营养价值, 富含蛋白质、脂肪、氨基酸、维生素 C、胡萝卜素等人体所需的营养成分。但其作为传统药食同源的

中药常作为蔬菜食用, 临床应用较少, 其质量标准也较为混杂。因此, 本文对黄花菜的化学成分及药理作用进行综述, 以期为其质量标准的建立提供理论依据, 也为今后作用机制研究提供参考, 以促进相关产品开发与应用。

1 化学成分

1.1 黄酮类 黄酮类广泛分布于植物中, 属于次级代谢产物, 是黄花菜的主要药用成分之一, 具有增强免疫力、活血化瘀、抗菌、抗抑郁等作用^[4], 主要为芦丁、槲皮素、山柰酚、异鼠李素等。详见表 1、图 1。

表 1 黄花菜中主要黄酮类化合物

编号	名称	分子式	文献
1	槲皮素-3-芸香糖苷-7-葡萄糖苷	C ₃₃ H ₄₀ O ₂₁	[5]
2	isorhamnetin- <i>O</i> -rutinoseide- <i>O'</i> -rutinoseide	C ₄₀ H ₅₂ O ₂₅	[5]
3	quercetin- <i>O</i> -rutinoseide- <i>O'</i> -rutinoseide	C ₃₉ H ₅₀ O ₂₅	[5]
4	quercetin 3-(6"-ferulylglucoside)	C ₃₁ H ₂₈ O ₁₅	[6]
5	quercetin 3-(6"- <i>p</i> -hydroxybenzoylgalactoside)	C ₂₈ H ₂₄ O ₁₄	[6]
6	槲皮素- <i>O</i> -阿拉伯糖	C ₂₀ H ₁₈ O ₁₁	[5]
7	槲皮素-3,7-二葡萄糖苷	C ₂₇ H ₃₀ O ₁₇	[7]
8	manghaslin	C ₃₃ H ₄₀ O ₂₀	[8]
9	山柰酚-3-芸香糖苷 7-鼠李糖苷	C ₃₃ H ₄₀ O ₁₉	[5]
10	carboxyl-acetyl-rutin	C ₃₀ H ₃₂ O ₁₉	[5]
11	isorhamnetin- <i>O</i> -rhamnoside- <i>O</i> -rutinoseide	C ₃₄ H ₄₂ O ₂₀	[5]
12	杨梅素- <i>O</i> -阿拉伯糖	C ₂₀ H ₁₈ O ₁₂	[5]
13	芦丁	C ₂₇ H ₃₀ O ₁₆	[5]
14	异槲皮素	C ₂₁ H ₂₀ O ₁₂	[5]

收稿日期: 2023-11-08
基金项目: 国家自然科学基金地区项目 (82160730); 国家自然科学基金青年科学基金 (82104345); 甘肃省重点研发计划项目 (21YF5FA133); 甘肃省教育厅双一流重大科研项目 (GSSYLXM-05)
作者简介: 谢鑫明 (1999—), 男, 硕士生, 从事中药鉴定及其品质评价研究。E-mail: 2481881584@qq.com
* 通信作者: 李成义 (1964—), 男, 教授, 博士生导师, 从事中药品种及其质量研究。E-mail: gslichengyi@163.com

续表 1

编号	名称	分子式	文献
15	山柰酚	C ₁₅ H ₁₀ O ₆	[5]
16	杨梅苷	C ₂₁ H ₂₀ O ₁₂	[5]
17	异鼠李素	C ₁₆ H ₁₂ O ₇	[5]
18	金丝桃苷	C ₂₁ H ₂₀ O ₁₂	[5]
19	杨梅素	C ₁₅ H ₁₀ O ₈	[5]
20	quercetin- <i>O</i> -arabinose- <i>O</i> '-rhamnoside	C ₂₆ H ₂₈ O ₁₅	[5]
21	carboxyl-acetyl-hyperoside	C ₂₄ H ₂₂ O ₁₅	[5]
22	乙酰金丝桃苷	C ₂₃ H ₂₂ O ₁₃	[5]
23	槲皮素- <i>O</i> -阿拉伯糖	C ₂₀ H ₁₈ O ₁₁	[5]
24	异鼠李素-芸香糖苷	C ₂₈ H ₃₂ O ₁₆	[5]
25	quercetin- <i>O</i> -rhamnoside- <i>O</i> '-rhamnoside	C ₂₇ H ₃₀ O ₁₅	[5]
26	槲皮素- <i>O</i> -鼠李糖苷	C ₂₁ H ₂₀ O ₁₁	[5]
27	dehydroxy-dihydro-kaempferol- <i>O</i> -rutinoseide	C ₂₇ H ₃₂ O ₁₄	[5]
28	isorhamnetin- <i>O</i> -rhamnoside- <i>O</i> '-arabinose	C ₂₇ H ₃₀ O ₁₅	[5]
29	异鼠李素-3- <i>O</i> -葡萄糖苷	C ₂₂ H ₂₂ O ₁₂	[5]
30	perfoliatumin A	C ₂₈ H ₂₄ O ₁₃	[6]
31	羟基异鼠李素	C ₁₆ H ₁₂ O ₈	[5]
32	quercetin 3- <i>O</i> -feruloyl-rutinoside 7- <i>O</i> -glucoside	C ₄₃ H ₄₈ O ₂₄	[6]
33	异鼠李素- <i>O</i> -鼠李糖苷	C ₂₇ H ₃₀ O ₁₄	[5]
34	脱羟基山柰酚	C ₁₆ H ₁₂ O ₆	[5]
35	山柰酚- <i>O</i> -葡萄糖苷	C ₂₁ H ₂₀ O ₁₁	[5]
36	槲皮素	C ₁₅ H ₁₀ O ₇	[6]
37	5-hydroxy-2-(4-hydroxyphenyl)-7-[(2 <i>S</i> ,3 <i>R</i> ,4 <i>S</i> ,5 <i>S</i> ,6 <i>R</i>)-3,4,5-trihydroxy-6-{ [(2 <i>R</i> ,3 <i>R</i> ,4 <i>R</i> ,5 <i>R</i> ,6 <i>S</i>)-3,4,5-trihydroxy-6-meth-yloxan-2-yl] oxymethyl } oxan-2-yl } oxy-2,3-dihy-drochromen-4-one ;hydrochloride	C ₂₇ H ₃₃ ClO ₁₄	[6]
38	飞燕草素葡萄糖苷	C ₂₁ H ₂₁ ClO ₁₂	[9]
39	noidesol B	C ₂₂ H ₂₄ O ₁₂	[10]
40	罗汉果黄素	C ₃₃ H ₄₀ O ₁₉	[11]
41	香蒲新苷	C ₃₄ H ₄₂ O ₂₀	[11]
42	紫杉叶素	C ₁₅ H ₁₂ O ₇	[11]
43	5-羟基-1-四氢萘酮	C ₁₀ H ₁₀ O ₂	[11]
44	木蝴蝶苷 B	C ₂₇ H ₃₀ O ₁₅	[11]
45	木犀草素	C ₁₅ H ₁₀ O ₆	[11]
46	山柰酚-3- <i>O</i> -葡糖糖鼠李糖苷	C ₂₇ H ₃₀ O ₁₅	[11]
47	茨菲醇-3- <i>O</i> -芸香糖苷	C ₂₇ H ₃₀ O ₁₅	[11]
48	忍冬苷	C ₂₇ H ₃₀ O ₁₅	[11]
49	水仙苷	C ₂₈ H ₃₂ O ₁₆	[11]
50	紫云英苷	C ₂₁ H ₂₀ O ₁₁	[11]
51	圣草酚	C ₁₅ H ₁₂ O ₆	[11]
52	去甲蟛蜞菊内酯	C ₁₅ H ₈ O ₇	[11]
53	橙皮苷	C ₂₈ H ₃₄ O ₁₅	[11]

1.2 蒽醌类 黄花菜含有大量的蒽醌，以大黄素型蒽醌为主，目前已从中分离出 8 种^[12]。详见表 2、图 2。

1.3 挥发油类 挥发油又称精油，具有抗焦虑、抗抑郁、镇静安神、神经保护等药理作用^[13]，目前从黄花菜挥发油中分离出的该类成分主要为糠醛类及其衍生物、酯类及其衍生物^[14]。详见表 3、图 3。

1.4 多酚类 多酚是一种重要的生物活性物质，其抗氧化活性最为突出^[16]。黄花菜中多酚类化合物含量较高，种类

表 2 黄花菜中主要蒽醌类化合物

编号	名称	分子式	文献
54	大黄酚	C ₁₅ H ₁₀ O ₄	[12]
55	甲基大黄酸	C ₁₆ H ₁₀ O ₆	[12]
56	大黄酸	C ₁₅ H ₈ O ₆	[12]
57	1,8-二羟基-3-甲氧基蒽醌	C ₁₆ H ₁₂ O ₅	[12]
58	美决明子素甲醚	C ₁₇ H ₁₄ O ₄	[12]
59	美决明子素	C ₁₆ H ₁₂ O ₅	[12]
60	芦荟大黄素	C ₁₅ H ₁₀ O ₅	[12]
61	黄花蒽醌	C ₁₆ H ₁₂ O ₆	[12]

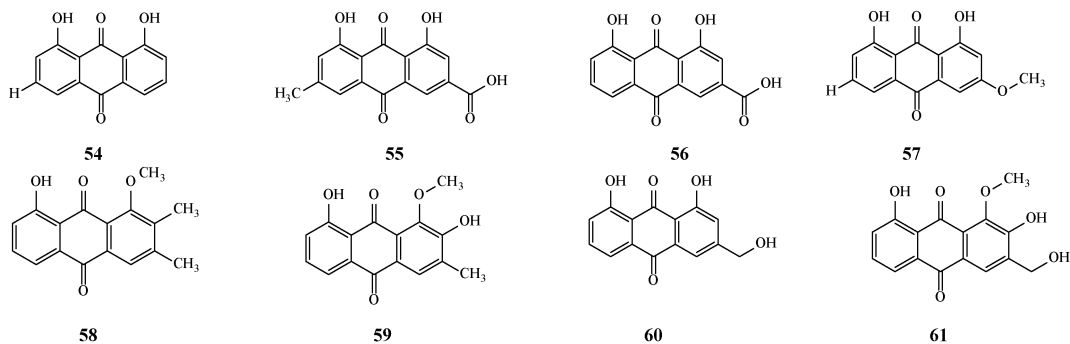
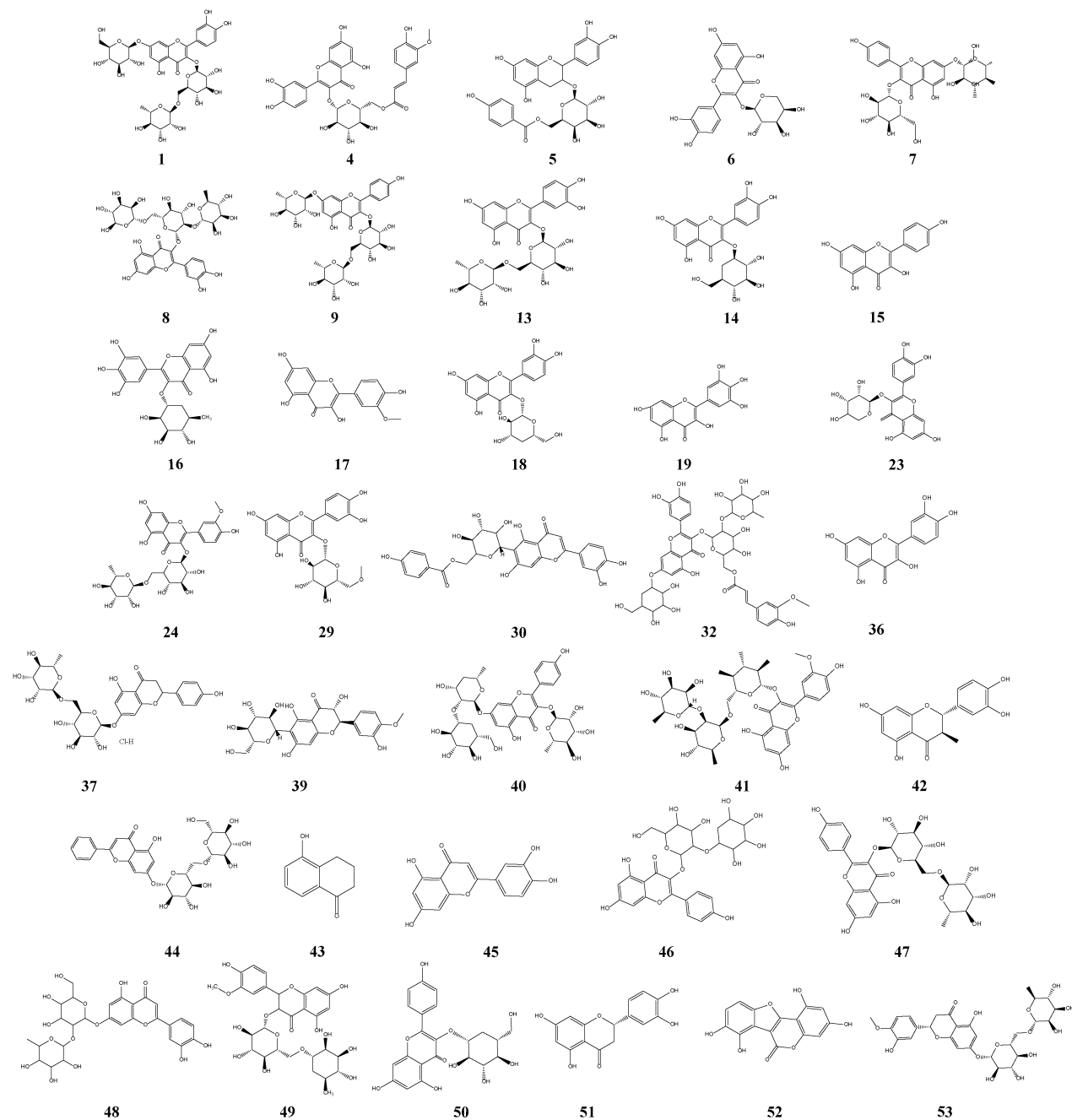


表 3 黄花菜中主要挥发性化合物

编号	名称	分子式	文献
62	2,4-二甲基庚烷	C ₉ H ₂₀	[14]
63	乙醛	C ₂ H ₄ O	[14]
64	1,3-二氧戊环-4,5-二酮	C ₃ H ₂ O ₄	[14]
65	甲酸乙酯	C ₃ H ₆ O ₂	[14]
66	乙醇	C ₂ H ₆ O	[14]
67	2-甲基-1,3-二氧六环	C ₅ H ₁₀ O ₂	[14]
68	乙缩醛	C ₆ H ₁₄ O ₂	[14]
69	2,4,5-三甲基-1,3-二氧戊环	C ₆ H ₁₂ O ₂	[14]
70	α-戊基-γ-丁内酯	C ₉ H ₁₆ O ₂	[14]
71	1,2-丙二醇	C ₃ H ₈ O ₂	[14]
72	3-糠醛	C ₅ H ₄ O ₂	[14]
73	3-呋喃甲醇	C ₅ H ₆ O ₂	[14]
74	甲酸糠酯	C ₆ H ₆ O ₃	[14]
75	丁二醛	C ₄ H ₆ O ₂	[14]
76	3-呋喃甲基乙酸酯	C ₇ H ₈ O ₃	[14]
77	3-甲基-二氢-2(3 <i>H</i>)-呋喃酮	C ₅ H ₈ O ₂	[14]
78	4-甲基-二氢-2(3 <i>H</i>)-呋喃酮	C ₅ H ₈ O ₂	[14]
79	正戊酸	C ₅ H ₁₀ O ₂	[14]
80	苯乙醇	C ₈ H ₁₀ O	[14]
81	1-辛烯-3-酮	C ₇ H ₁₂ O	[15]
82	3-羟基-2-丁酮	C ₄ H ₈ O ₂	[15]
83	甲基庚烯酮	C ₈ H ₁₄ O	[15]
84	反式-2-辛烯-1-醇	C ₈ H ₁₆ O	[15]
85	5-甲基-2-呋喃甲醇	C ₆ H ₈ O ₂	[15]
86	β-紫罗兰酮	C ₁₃ H ₂₀ O	[15]
87	二氢猕猴桃内酯	C ₁₁ H ₁₆ O ₂	[15]
88	(+)-柠檬烯	C ₁₀ H ₁₆	[15]
89	3,5,5-三甲基-2-己烯	C ₉ H ₁₈	[15]
90	芳樟醇	C ₁₀ H ₁₈ O	[15]
91	正辛醇	C ₈ H ₁₈ O	[15]
92	β-环柠檬醛	C ₁₀ H ₁₆ O	[15]
93	2-癸醇	C ₁₀ H ₂₂ O	[15]
94	乙酸苯乙酯	C ₁₀ H ₁₂ O ₂	[15]

较多,研究表明,黄花菜中多酚类化合物含量由高到低依次为芦丁、绿原酸、槲皮素^[17]。详见表4、图4。

表 4 黄花菜中主要多酚类化合物

编号	名称	分子式	文献
95	苯甲酸-3- <i>O</i> -葡萄糖苷	C ₁₃ H ₁₆ O ₈	[5]
96	4-咖啡酰奎宁酸	C ₁₆ H ₁₈ O ₉	[5]
97	香草酸- <i>O</i> -葡萄糖苷	C ₁₄ H ₁₈ O ₉	[5]
98	绿原酸	C ₁₆ H ₁₈ O ₉	[5]
99	7-hydroxy-naphthalide	C ₈ H ₆ O ₃	[5]
100	苔黑酚-β- <i>D</i> -吡喃葡萄糖苷	C ₁₃ H ₁₈ O ₇	[5]
101	甲基绿原酸	C ₁₇ H ₂₀ O ₉	[5]
102	香草酸	C ₈ H ₈ O ₄	[5]
103	乙氧基香草酸- <i>O</i> -麦芽糖	C ₂₁ H ₃₀ O ₁₄	[5]
104	对香豆酰奎宁酸	C ₁₆ H ₁₈ O ₈	[5]
105	4-(β- <i>D</i> -glucosyloxy) benzoic acid	C ₁₃ H ₁₆ O ₈	[6]
106	5-咖啡酰奎宁酸	C ₁₆ H ₁₈ O ₉	[6]
107	咖啡酸	C ₉ H ₈ O ₄	[18]
108	4-羟基肉桂酸	C ₉ H ₈ O ₃	[18]
109	芦丁	C ₂₇ H ₃₀ O ₁₆	[5,19]
110	槲皮素	C ₁₅ H ₁₀ O ₇	[6,19]
111	隐绿原酸甲酯	C ₁₇ H ₂₀ O ₉	[6]
112	脱氢二异丁香酚	C ₂₀ H ₂₂ O ₄	[11]
113	nepodin	C ₁₃ H ₁₂ O ₃	[11]
114	5-乙酰水杨酸	C ₉ H ₈ O ₄	[11]
115	丹参素	C ₉ H ₁₀ O ₅	[11]

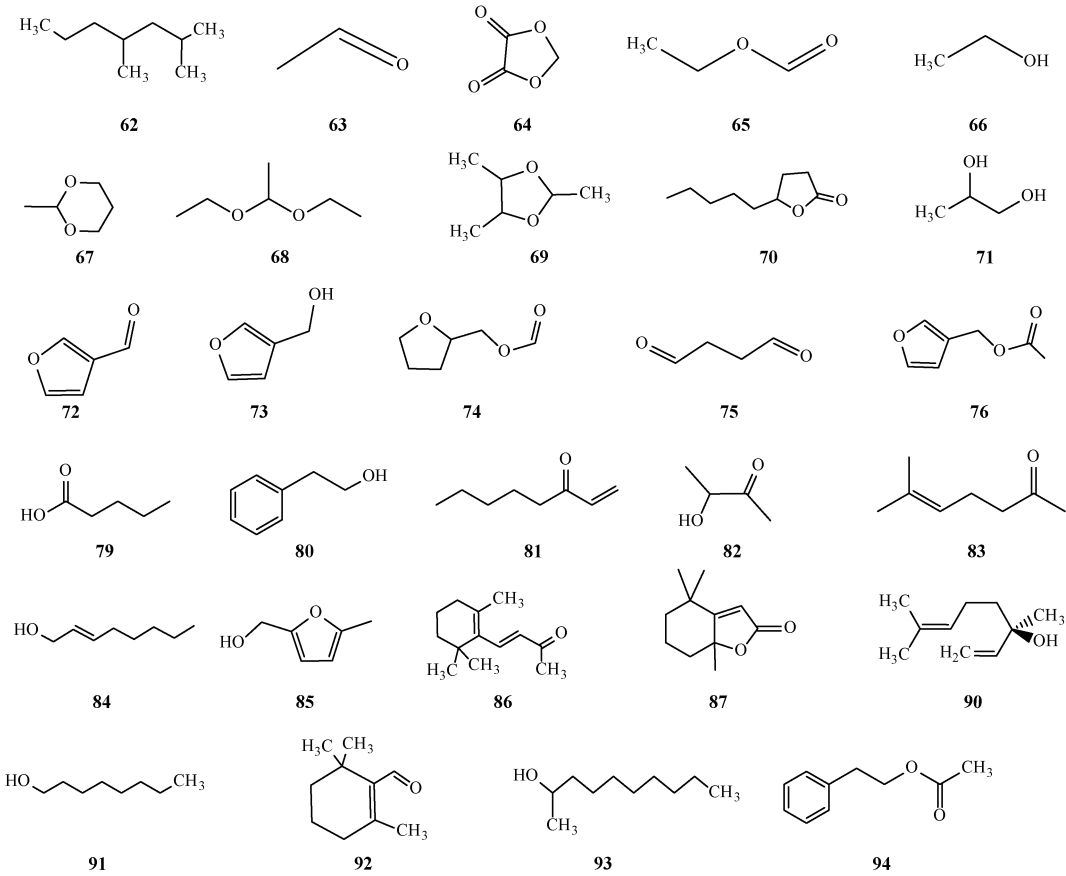


图 3 黄花菜中主要挥发性化合物结构式

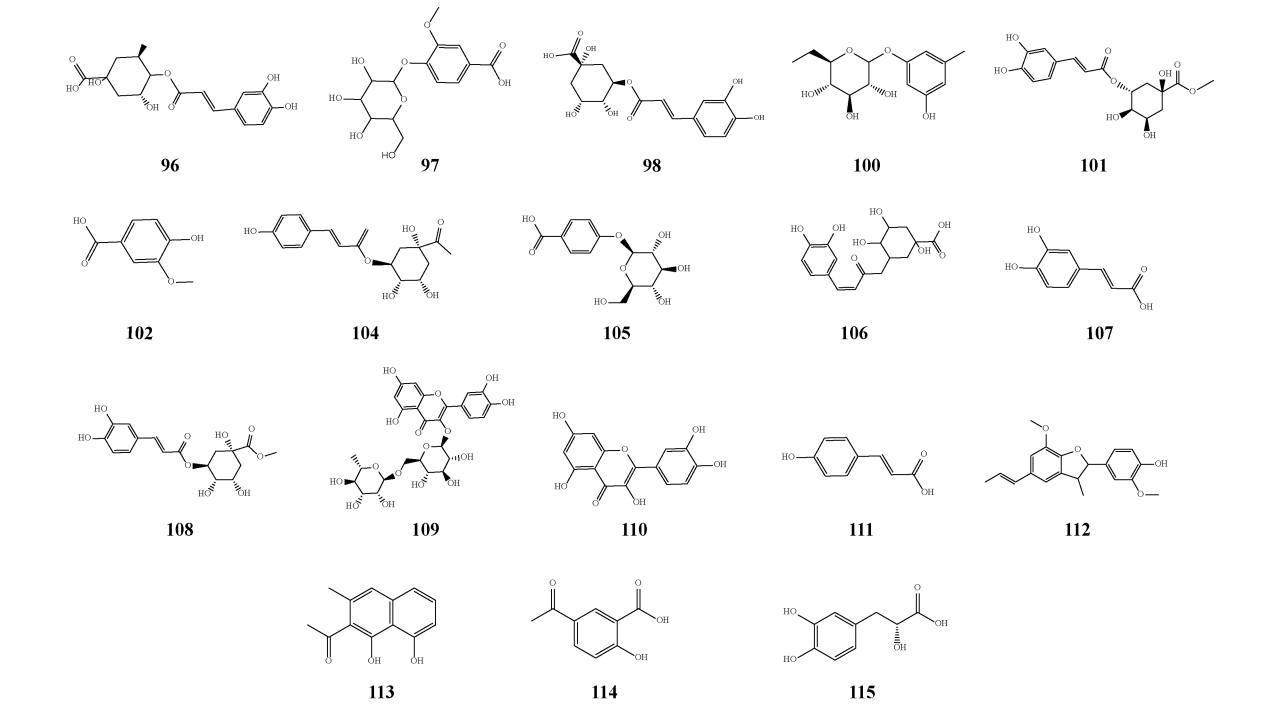


图 4 黄花菜中主要多酚类化合物结构式

1.5 生物碱类 黄花菜中生物碱成分较为丰富，能减轻炎症性反应，进而起到止痛作用^[20]。新鲜的黄花菜会引起中毒，这与其中的秋水仙碱有关^[21]。最新研究表明，黄花菜中不含有秋水仙碱，初步推测是一种含双氮的生物碱^[22]。详见表 5、图 5。

表 5 黄花菜中主要生物碱类化合物

编号	名称	分子式	文献
116	hemerocallisamine I	C ₁₃ H ₁₈ N ₂ O ₆	[23]
117	hemerocallisamine II	C ₁₀ H ₁₅ NO ₂	[23]
118	hemerocallisamine III	C ₁₀ H ₁₅ NO ₄	[23]
119	hemerominor A	C ₁₃ H ₂₁ NO ₄	[24]
120	hemerominor B	C ₁₃ H ₂₁ NO ₄	[24]
121	hemerominor C	C ₁₃ H ₂₁ NO ₅	[24]
122	hemerominor D	C ₁₃ H ₂₁ NO ₅	[24]
123	hemerominor E	C ₉ H ₁₅ NO ₄	[24]
124	hemerominor F	C ₁₃ H ₂₁ NO ₃	[24]
125	hemerominor G	C ₁₃ H ₂₁ NO ₄	[24]
126	hemerominor H	C ₁₀ H ₁₅ NO ₃	[24]
127	hemerocallisamines IV	C ₁₀ H ₁₅ NO ₄	[25]
128	hemerocallisamine V	C ₉ H ₁₃ NO ₄	[25]
129	hemerocallisamine VI	C ₉ H ₁₁ NO ₄	[25]
130	hemerocallisamine VII	C ₉ H ₁₃ NO ₄	[25]

1.6 其他 黄花菜中除了上述化学成分外，还有氨基酸、多糖、甾体皂苷、维生素、胡萝卜素等。Konishi 等^[26]从黄花菜中分离出 2 个甾体皂苷，分别为 hemeroside A、hemeroside B。张珠宝等^[27]通过微波消解-电感耦合等离子体原子发射光谱仪证实，黄花菜中含有丰富的 Ca、K、Mg、P 等人体必需的元素。

2 药理作用

2.1 抗氧化 黄花菜中除多糖^[28]外，总黄酮^[24]、酚类^[29]

也具有抗氧化作用。敬美莲等^[30]研究发现，黄花菜总黄酮抗氧化活性与其质量浓度呈正比。张宁等^[31]研究发现，黄花菜粗多糖对 H₂O₂ 和羟基自由基（·OH）的清除效果与乙醇体积分数呈正相关，达到 80% 时沉淀的多糖抗氧化程度较其他醇提物活性更大。张腊腊等^[32]采用超声辅助提取黄花菜中多酚，以维生素 C 为阳性对照，发现它对 ·OH、·DPPH 自由基的 IC₅₀ 分别为 0.143、0.128 mg/mL，即对两者均有一定的清除能力。综上所述，黄花菜提取物主要是通过清除羟基自由基来发挥抗氧化作用，且能力与黄花菜提取物质量浓度呈正相关。

2.2 抗抑郁 翟俊乐等^[33]研究发现，黄花菜中抗抑郁的主要活性成分为黄酮类。Lin 等^[34]研究发现，黄花菜水提物能增加抑郁小鼠肠道菌群的丰富性，调节拟杆菌属和脱硫弧菌属等肠道特异性微生物的多样性。通过建立慢性不可预知温和应激模型发现，黄花菜水提物和醇提物均有明显的抗抑郁活性，且水提物活性更高^[35]。李杉杉等^[36]研究发现，含黄花菜中成药欣宁颗粒具有抗急性应激抑郁作用。Lan 等^[37]通过悬尾实验和强迫游泳实验发现，黄花菜醇提取物能升高小鼠脑内 5-羟色胺、去甲肾上腺素和多巴胺水平，从而发挥抗抑郁作用。综上所述，黄花菜提取物抗抑郁作用机制可能是通过调节肠道菌群丰度，升高抑郁小鼠单胺能系统活性，从而表现出抗抑郁活性，且主要活性成分为芦丁。

2.3 抗肿瘤 黄花菜提取物中多糖、蒽醌均具有抗肿瘤作用。Cichewicz 等^[12]发现，黄花菜中蒽醌类化合物可以抑制人乳腺癌、结肠癌、肺癌细胞的分化、增殖。欧丽兰等^[38]研究不同剂量黄花菜多糖对小鼠 S180 肿瘤细胞的抑制作用，发现在 1.60 g/kg 下效果明显，可能通过升高白细胞介

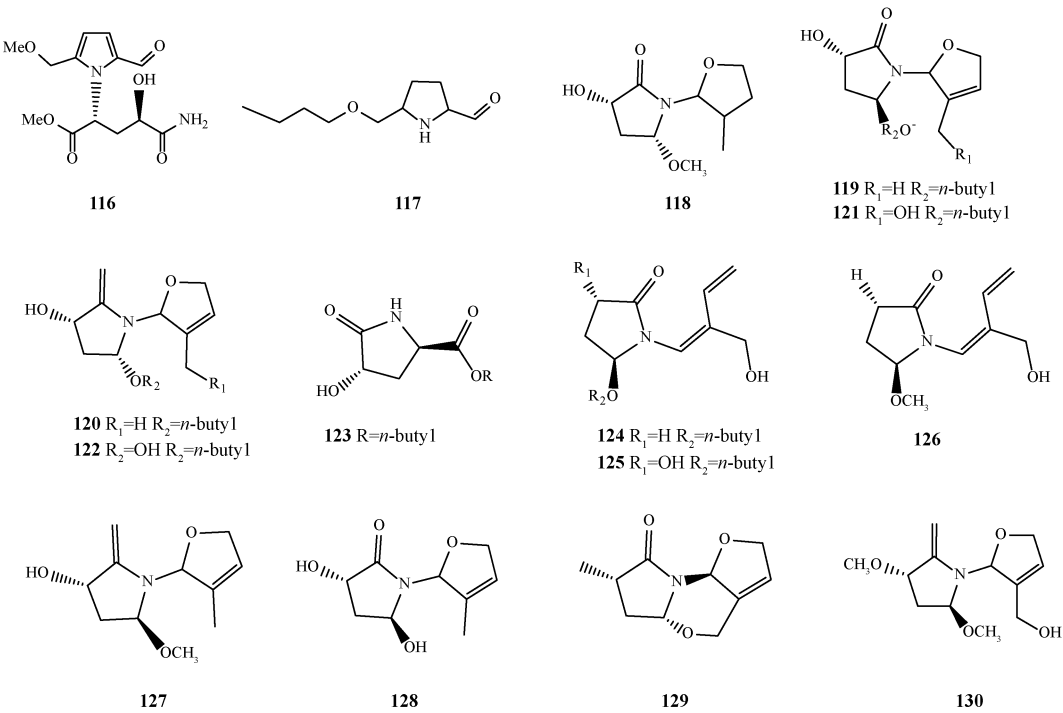


图 5 黄花菜中主要多酚类化合物结构式

素 2、肿瘤坏死因子-α 水平诱导肿瘤细胞凋亡。李格等^[39]采用 MTT 法对不同产地黄花菜精多糖抗肿瘤效果进行研究,结果显示,庆阳黄花菜精多糖对人宫颈癌、结肠癌、永生化表皮细胞抑制作用最佳,而祁东黄花菜精多糖对人肝癌细胞抑制作用最强。徐博等^[40]发现,高剂量萱草花黄

酮可以抑制肝细胞凋亡,可能通过降低 caspase-3 水平,升高 Bcl-2 表达,下调 Bax/Bcl-2 比值,从而抑制肝细胞的凋亡。综上所述,黄花菜可能通过降低促肝细胞凋亡相关蛋白表达,升高抑制凋亡蛋白表达,从而抑制肿瘤细胞增殖。详见图 6。

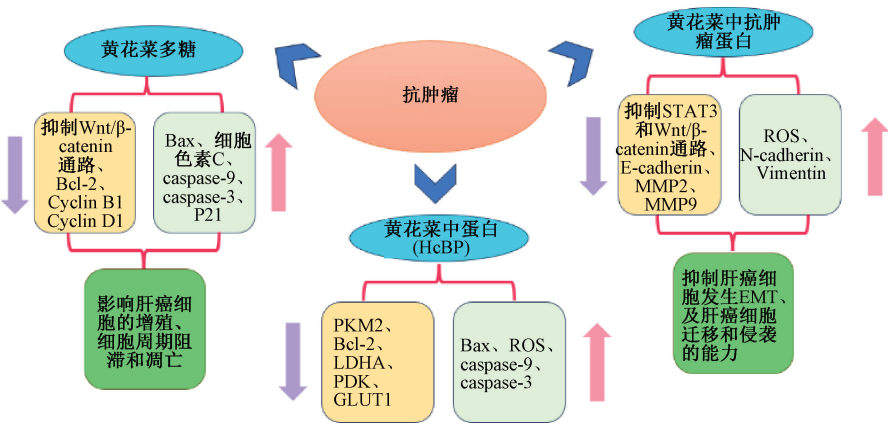


图 6 黄花菜提取物抗肿瘤作用机制

2.4 镇静安眠 杜秉健^[41]研究不同体积分数黄花菜醇提取物对小鼠促睡眠作用,发现 75% 下效果最好,但口服给药无作用,活性成分为芦丁、橙皮苷。王翹楚等^[42]比较金萱冲剂和常规安眠药治疗失眠的效果,发现前者效果显著,不良反应较小。卢兰芳^[43]观察黄花菜对小鼠的镇静作用,发现随着给药时间延长,小鼠活动次数显著降低,给药 15 min 后起效,60 min 后药效达到最高水平,120 min 后逐渐消失。Liang 等^[11]研究发现,黄花菜提取物能有效调节黑腹果蝇的睡眠次数和睡眠时间,具有正调节作用。

2.5 保护肝脏 黄花菜在民间作为预防肝炎的单味药,具有利胆退黄、改善肝功能的功效。黄红焰等^[44]研究黄酮苷对大鼠肝纤维化模型的影响,发现它能通过降低血清蛋白、丙氨酸氨基转移酶及血清球蛋白比值,进而保护大鼠的肝脏功能。李治伟等^[45]建立急性肝损伤模型,利用萱草花水提物进行干预,结果表明,萱草花水提取物降低血液中谷草转氨酶活性,其作用机制可能是萱草花中所含黄酮类化合物自身能提供电子,进而与自由基结合,阻断脂质过氧化链式反应,达到抗脂质过氧化作用,从而保护肝脏。李

承萍等^[46]发现,金萱冲剂能协同其他肝炎药物促使 γ -谷氨酰转肽酶活性恢复正常,对肝胆湿热型和肝郁脾虚型肝炎效果较好。详见图 7。

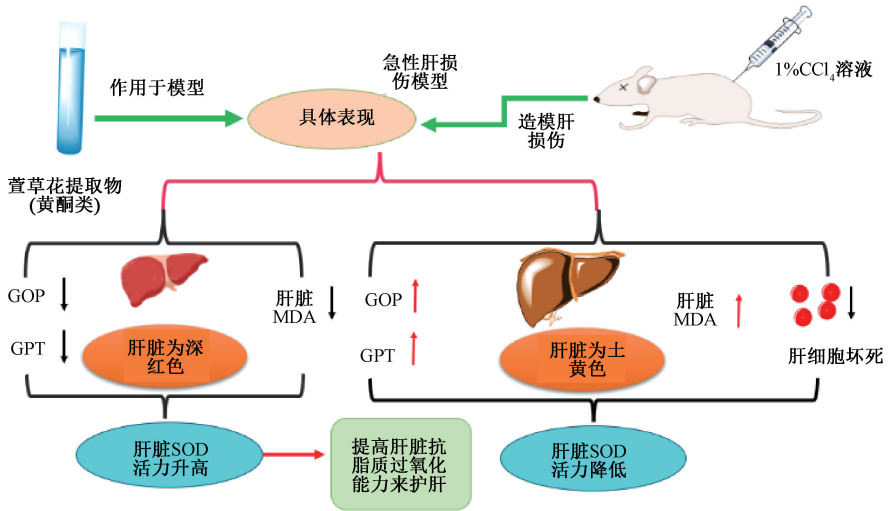


图 7 黄花菜提取物护肝作用机制

2.6 抗炎、抑菌 董壮等^[47]采用微量稀释法研究黄花菜根、花不同萃取部位的抑菌活性,发现石油醚、二氯甲烷部位有一定作用。詹利生等^[4]研究发现,黄花菜总黄酮对金黄色葡萄球菌、大肠杆菌、白色念珠菌均有抑制作用,效果与黄花菜总黄酮质量浓度呈正比,抑菌率随着作用时间延长而提高。范蕾等^[48]发现,黄花菜精多糖对大肠杆菌、金黄色葡萄杆菌均具有抑制作用,抑菌能力与黄花菜精制多糖质量浓度呈正比,且对金黄色葡萄球菌的抑制效果优于大肠杆菌。周纪东等^[49]研究发现,黄花菜精多糖对金黄色葡萄球菌抑制作用最强。综上所述,黄花菜提取物对金黄色葡萄杆菌等具有抑制作用,且效果与其质量浓度呈正比,但其作用机制目前尚不明确,需要进一步研究。

2.7 其他 黄花菜还具有降血脂、降血糖的作用。Ti 等^[50]研究表明,黄花菜多糖可以降低 2 型糖尿病大鼠的空腹血糖、胰岛素、总胆固醇、甘油三酯、低密度脂蛋白水平,改善糖耐量和胰岛素抵抗。李云霞^[51]研究发现,黄花菜中黄酮类成分能升高血清中雌激素水平。Guo 等^[52]建立 SD 大鼠泌乳模型研究黄花菜冻干粉的催乳作用,结果表明,黄花菜能恢复溴隐亭抑制的催乳素、孕酮、雌二醇水平,有效提高产奶量,促进乳腺组织修复。

3 结语与展望

黄花菜在我国有悠久的栽培历史,其营养丰富,风味独特,是传统的中草药。国内外学者研究发现,黄花菜中含有黄酮类、萜醌类、多酚类、挥发油类、生物碱类等化学成分,具有抗氧化、抗抑郁、镇静安眠、抗炎抑菌、保护肝脏、抗肿瘤降血糖等药理作用。目前,对黄花菜的研究大多集中于总提取物的药效,如黄酮具有抗抑郁、抑菌、抗氧化、催乳、护肝、镇静安眠等活性,多糖具有抗肿瘤、降血糖、抗炎等活性,少见单体化合物分类及其药理活性。黄花菜虽具有多种有效成分,但临床应用较少,并且研究大多集中在药效层面,对作用机制涉及较少。由于黄花菜

未载入 2020 年版《中国药典》,目前没有统一的质量标准,各地方标准都是以其营养成分为指标制定,未凸显出药用价值。

因此,后续应在以下方面进行深入研究:①黄花菜的抗癌作用主要是针对肝脏,而对其他组织和器官的研究相对薄弱,今后应加大其有效成分对其他组织和器官相关作用的研究力度;②黄花菜活性成分有抗炎、抑菌、安神功效,但目前研究局限在药效物质基础,而对其调控机理有待深入探讨;③现阶段黄花菜质量标准制定以营养成分为主,后续可与其药理作用相结合;④黄花菜多糖类成分与 2 型糖尿病的治疗具有一定联系,需要进一步明确其作用机制,加快相关药物开发,从而最大限度地发挥药用价值。

参考文献:

[1] 中国医学科学院药物研究所. 中药志[M]. 北京: 人民卫生出版社, 1979: 223.

[2] 南京中医药大学. 中药大辞典[M]. 2 版. 上海: 上海科学技术出版社, 2006: 1947.

[3] 张德纯. 黄花菜[J]. 中国蔬菜, 2016(7): 67.

[4] 詹利生, 李贵荣, 李少旦, 等. 黄花菜中总黄酮的提取及其药理作用初步观察[J]. 南华大学学报(医学版), 2005, 33(1): 112-114.

[5] Liu J H, Zhong X H, Jiang Y Y, et al. Systematic identification metabolites of *Hemerocallis citrina* Borani by high-performance liquid chromatography/quadrupole-time-of-flight mass spectrometry combined with a screening method [J]. *J Pharm Biomed Anal*, 2020, 186: 113314.

[6] 权 佳, 孙国栋, 张韵琦, 等. 基于 UPLC-Q-TOF-MS/MS 法分析黄花菜的化学成分[J]. 中南药学, 2023, 21(3): 637-646.

[7] Zheng W, Wang F X, Zhao Y, et al. Rapid characterization

of constituents in *Tribulus terrestris* from different habitats by UHPLC/Q-TOF MS[J]. *J Am Soc Mass Spectrom*, 2017, 28(11): 2302-2318.

[8] 龚 爽. 华紫珠和钩藤抗炎化学成分的研究[D]. 昆明: 云南大学, 2022.

[9] González-Domínguez R, Sayago A, Santos-Martín M, *et al.* High-throughput method for wide-coverage and quantitative phenolic fingerprinting in plant-origin foods and urine samples[J]. *J Agric Food Chem*, 2022, 70(25): 7796-7804.

[10] Shimokawa Y, Akao Y, Hirasawa Y, *et al.* Gneyulins A and B, stilbene trimers, and noidesols A and B, dihydrofla-vonol-C-glucosides, from the bark of *Gnetum gneomonoides*[J]. *J Nat Prod*, 2010, 73(4): 763-767.

[11] Liang Y X, Huang R M, Chen Y C, *et al.* Study on the sleep-improvement effects of *Hemerocallis citrina* Baroni in *Drosophila melanogaster* and targeted screening to identify its active components and mechanism[J]. *Foods*, 2021, 10(4): 883.

[12] Cichewicz R H, Zhang Y J, Seeram N P, *et al.* Inhibition of human tumor cell proliferation by novel anthraquinones from daylilies[J]. *Life Sci*, 2004, 74(14): 1791-1799.

[13] 李慧婷, 李远辉, 任桂林, 等. 中药挥发油防治情志疾病的研究现状及前景展望[J]. 中草药, 2019, 50(17): 4031-4040.

[14] 虎玉森, 杨继涛, 杨 鹏. 黄花菜挥发油成分分析[J]. 食品科学, 2010, 31(12): 223-225.

[15] 刘京宏, 刘 薇, 卿志星, 等. HS-SPME-GC-MS 分析两品种黄花菜中不同花部位挥发性成分[J]. 天然产物研究与开发, 2020, 32(2): 269-277; 304.

[16] 唐 瑶, 陈 洋, 曹婉鑫. 多酚类化合物的分类、来源及功能研究进展[J]. 中国食物与营养, 2016, 22(3): 32-34.

[17] 曹 熙, 杨大伟. 黄花菜多酚类化合物的鉴定及漂烫与贮藏对其稳定性的影响研究[J]. 核农学报, 2021, 35(12): 2787-2798.

[18] Szewczyk K, Miazga-Karska M, Pietrzak W, *et al.* Phenolic composition and skin-related properties of the aerial parts extract of different *Hemerocallis* cultivars[J]. *Antioxidants (Basel)*, 2020, 9(8): 690.

[19] Liu W, Zhao Y, Sun J H, *et al.* Study the effects of drying processes on chemical compositions in daylily flowers using flow injection mass spectrometric fingerprinting method and chemometrics[J]. *Food Res Int*, 2017, 102: 493-503.

[20] 李 盈, 杨新惠, 王 琪. 响应面法优化萱草花总生物碱的提取工艺[J]. 中国药物滥用防治杂志, 2023, 29(7): 1197-1203.

[21] 侯非凡. 黄花菜秋水仙碱合成相关基因筛选及遗传图谱构建[D]. 太原: 山西农业大学, 2017.

[22] 汤敏娜, 刘秀斌, 黄嘉璐, 等. 食用黄花菜中含秋水仙碱的质证研究[J]. 中草药, 2016, 47(18): 3293-3300.

[23] Matsumoto T, Nakamura S, Ohta T, *et al.* A rare glutamine derivative from the flower buds of daylily[J]. *Org Lett*, 2014, 6(11): 3076-3078.

[24] Zhang Y, Zhao X C, Xie Y G, *et al.* Eight new γ -lactam alkaloids from the roots of the *Hemerocallis minor* Mill [J]. *Fitoterapia*, 2017, 118: 80-86.

[25] Matsumoto T, Nakamura S, Nakashima S, *et al.* γ -Lactam alkaloids from the flower buds of daylily[J]. *J Nat Med*, 2016, 70(3): 376-383.

[26] Konishi T, Fujiwara Y, Konoshima T, *et al.* Steroidal saponins from *Hemerocallis fulva* var. kwanso[J]. *Chem Pharm Bull (Tokyo)*, 2001, 49(3): 318-320.

[27] 张珠宝, 焦泽鹏, 李焕勇, 等. 不同地域黄花菜中常量、微量元素的比较研究[J]. 应用化工, 2014, 43(2): 365-367.

[28] Meng Q R, Chen Z H, Chen F, *et al.* Optimization of ultrasonic-assisted extraction of polysaccharides from *Hemerocallis citrina* and the antioxidant activity study[J]. *Food Sci*, 2021, 86(7): 3082-3096.

[29] Hao Z L, Liang L, Liu H, *et al.* Exploring the extraction methods of phenolic compounds in daylily (*Hemerocallis citrina* Baroni) and its antioxidant activity [J]. *Molecules*, 2022, 27(9): 2964.

[30] 敬美莲, 伍卫红, 米健国, 等. 不同品种黄花菜中黄酮类化合物的提取工艺及抗氧化活性研究[J]. 广东化工, 2022, 49(14): 16-18.

[31] 张 宁, 武永福. 黄花菜粗多糖梯度乙醇提取工艺及其抗氧化活性研究[J]. 中国食物与营养, 2014, 20(11): 60-62.

[32] 张腊腊, 胡浩斌, 韩明虎, 等. 响应面优化黄花菜多酚提取工艺及其抗氧化活性研究[J]. 中国食品添加剂, 2023, 34(2): 102-108.

[33] 翟俊乐, 田 欢, 李孟秋, 等. 黄花菜抗抑郁作用有效成分的筛选[J]. 中国食品添加剂, 2015, 26(10): 93-97.

[34] Lin S H, Chang H C, Chen P J, *et al.* The antidepressant-like effect of ethanol extract of daylily flowers (*Jin Zhēn Huā*) in rats[J]. *J Tradit Complement Med*, 2013, 3(1): 53-61.

[35] Liu J H, Ye T, Yang S Y, *et al.* Antidepressant-like activity, active components and related mechanism of *Hemerocallis citrina* Baroni extracts[J]. *Front Pharmacol*, 2022, 13: 967670.

[36] 李杉杉, 李汇博, 陈善广, 等. 两种黄花菜组方抗抑郁作用的行为特征比较[J]. 航天医学与医学工程, 2021, 34(3): 208-213.

[37] Lan G, Liu Y J, Wang Y B, *et al.* Role for monoaminergic systems in the antidepressant-like effect of ethanol extracts from *Hemerocallis citrina* [J]. *J Ethnopharmacol*, 2012, 139(3): 780-787.

[38] 欧丽兰, 余 昕, 张 椿, 等. 黄花菜多糖的提取工艺及抗肿瘤活性研究[J]. 四川农业大学学报, 2016, 34(2): 201-205.

[39] 李 格, 范 蕾, 陈华海, 等. 国内主要产区黄花菜多糖抗肿瘤和抗炎活性研究[J]. 山东化工, 2022, 51(14): 62-64.

[40] 徐 博, 李 妍, 纪朋艳, 等. 萱草花黄酮对酒精性肝损伤氧化应激及肝细胞凋亡机制的探讨[J]. 重庆医学, 2017, 46(10): 1304-1307.

[41] 杜秉健. 黄花菜水醇提取物的抗抑郁和促睡眠活性及综合利用研究[D]. 北京: 中国农业大学, 2014.

[42] 王翹楚, 庞传宇, 施 明, 等. 萱草花治疗失眠症的临床与实验报告[J]. 上海中医药杂志, 1993, 27(8): 42-44.

[43] 卢兰芳. 萱草花镇静作用的实验研究[J]. 海峡药学, 2010, 22(5): 59-60.

[44] 黄红焰, 李玉白. 肝纤维化模型大鼠肝功能变化与萱草活性成分黄酮苷的干预[J]. 中国组织工程研究与临床康复, 2011, 15(41): 7665-7668.

[45] 李治伟, 张 斌, 宋海鹏, 等. 萱草花对四氯化碳急性肝损伤的保护作用研究[J]. 安徽农业科学, 2012, 40(36): 17536-17537.

[46] 李承萍, 王翹楚. 金萱冲剂治疗慢性肝炎并失眠症 30 例临床观察[J]. 中国医药学报, 1998(2): 39-40.

[47] 董 壮, 欧小勇, 周 妮, 等. 黄花菜抗氧化抑菌活性的筛选以及化学成分分析[J]. 饲料研究, 2022, 45(7): 75-80.

[48] 范 蕾, 李 格, 陈华海, 等. 不同产区黄花菜精制多糖抗菌抗氧化活性比较[J]. 山东化工, 2021, 50(23): 86-91.

[49] 周纪东, 李余动. 黄花菜多糖的提取、结构性质及抑菌活性[J]. 食品科学, 2015, 36(8): 61-66.

[50] Ti Y R, Wang W Z, Zhang Y L, *et al.* Polysaccharide from *Hemerocallis citrina* Borani by subcritical water: Bioactivity, purification, characterization, and anti-diabetic effects in T2DM rats[J]. *Int J Biol Macromol*, 2022, 215: 169-183.

[51] 李云霞. 黄花菜中黄酮的提取及雌激素样调节作用的研究[J]. 实用中西医结合临床, 2014, 14(9): 83-84.

[52] Guo S, Qin N N, Wang X Y, *et al.* Freeze-dried powder of daylily bud improves bromocriptine-induced lactation disorder in rats *via* JAK2/STAT5 pathway[J]. *J Ethnopharmacol*, 2023, 313: 116536.

桉烷型倍半萜类化合物生物活性研究进展

黄红萍^{1,2}, 谢钰航^{1,2}, 黄若晨^{1,2}, 陈泳乐^{1,2}, 邓延秋^{1,2,3}, 张振伟^{1,2,3*}
(1. 广西中医药大学, 广西南宁 530200; 2. 广西壮瑶药工程技术研究中心, 广西南宁 530200; 3. 广西高校中药提取纯化与质量分析重点实验室, 广西南宁 530200)

摘要: 桉烷型倍半萜在自然界中分布广泛, 菊科、瑞香科、豆科、松科、无患子科植物中均有分布, 是植物精油的重要成分, 其结构变化与环外羟基、羰基、糖基等活性官能团的种类和取代位置有关。大多数该类化合物含有多个含氧官能团, 以羟基最为常见, 具有良好的生物活性, 如抗肿瘤、抗炎、抗菌等。本文主要根据取代基类型对桉烷型倍半萜新颖结构及其生物活性进行分类和总结, 以期为其研发提供参考。

关键词: 桉烷型倍半萜; 结构; 生物活性

中图分类号: R284.1 **文献标志码:** A **文章编号:** 1001-1528(2024)10-3387-06

doi: 10.3969/j.issn.1001-1528.2024.10.033

萜类化合物是最多样化的天然产物之一, 大多由数量不等的异戊二烯骨架组成, 具有抗癌、抗过敏等生物活性。其中, 倍半萜类化合物属于萜类分子家族, 最早发现于高等植物中, 后来在菌类、海洋生物、微生物等中也发现多种结构新颖者, 它由 3 个异戊二烯单元组成, 含有 15 个碳原子。大多数倍半萜为手性分子, 包括单环倍半萜 (榄香烯型、吉马烷型、苯丙吡喃型)、双环倍半萜 (杜松烷型、桉烷型、艾里莫芬烷型)、三环倍半萜、倍半萜二聚体 (棉酚) 等。

桉烷 (桉叶烷) 型倍半萜是从高等植物中分离得到的一类双环倍半萜, 具有十氢萘环骨架, 其结构新颖多样, 主要区别取决于分子的顺反异构、活性官能团的种类和位置等。大多数该类化合物具有多个含氧官能团, 其中羟基最常见, 由于具有明显的生物活性, 其发现、提取分离、化学结构鉴定、药理活性研究、构效关系分析、生物合成途径、化学全合成方法一直是科学家们关注的焦点^[1-4]。鉴于此, 本文对近年来桉烷型倍半萜的新颖结构及其活性进行概述, 以期该类化合物进一步的研究、开发提供参考。

收稿日期: 2023-08-04

基金项目: 中国-东盟中医药大健康产业国际创新中心项目 (桂科 AD20297142); 广西科技基地和人才专项项目 (桂科 AD19245138); 广西中医药科技成果转化与应用协同创新中心项目 (0502200903); 广西中医药大学青年基金项目 (2018QN007)

作者简介: 黄红萍 (1997—), 女, 硕士生, 从事天然产物不对称合成研究。Tel: 15578481750, E-mail: 1838019274@qq.com

*** 通信作者:** 张振伟 (1984—), 男, 博士, 副教授, 从事天然产物提取分离及其不对称合成研究。Tel: 18169648696, E-mail: charliezh@163.com