

· 综述 ·

萱草属植物化学成分与药理作用研究进展[△]张韵琦^{1,2,3}, 杨言言^{1,2,3}, 樊伟旭^{1,2,3}, 郑玉光^{2,3,4}, 王少男^{1,2,3*}

1. 河北中医学院 药学院, 河北 石家庄 050200;

2. 河北省中药炮制技术创新中心, 河北 石家庄 050200;

3. 河北省中药资源利用与质量评价国际联合研究中心, 河北 石家庄 050200;

4. 河北化工医药职业技术学院, 河北 石家庄 050026

[摘要] 萱草属(*Hemerocallis* L.) 是百合科(Liliaceae)植物。现代研究表明, 萱草属药用植物含有多种活性成分, 包括黄酮类、生物碱、蒽醌类、多酚类、萜类、三萜及其苷类、甾苷类、甾体类、苯乙醇类、木脂素、类胡萝卜素及微量元素等; 具有镇静安眠、抗抑郁、抗氧化、保肝、抗炎、抗肿瘤、抑菌杀虫等作用。对近30年萱草属植物的化学成分和药理作用研究进展进行总结, 为萱草属植物资源综合利用及质量控制提供参考。

[关键词] 萱草属; 活性成分; 黄酮类; 酚类; 药理活性

[中图分类号] R284; R285 **[文献标识码]** A **[文章编号]** 1673-4890(2023)02-0435-12

doi: 10.13313/j.issn.1673-4890.20220704002

Research Progress on Chemical Constituents and Pharmacological Effects of *Hemerocallis* PlantsZHANG Yun-qi^{1,2,3}, YANG Yan-yan^{1,2,3}, FAN Wei-xu^{1,2,3}, ZHENG Yu-guang^{2,3,4}, WANG Shao-nan^{1,2,3*}

1. College of Pharmacy, Hebei University of Chinese Medicine, Shijiazhuang 050200, China;

2. Traditional Chinese Medicine Processing Technology Innovation Center of Hebei Province, Shijiazhuang 050200, China;

3. International Joint Research Center on Resource Utilization and Quality Evaluation of Traditional Chinese Medicine of Hebei Province, Shijiazhuang 050200, China;

4. Hebei Chemical and Pharmaceutical College, Shijiazhuang 050026, China

[Abstract] *Hemerocallis* plants are herbaceous plants in the Liliaceae family. Modern research has shown that *Hemerocallis* medicinal plants contain a variety of active constituents, including flavonoids, alkaloids, anthraquinones, polyphenols, terpenes, triterpenes and their glycosides, naphthalene glycosides, steroids, phenethyl alcohols, lignans, carotenoids, and trace elements, with sedative and hypnotic, antidepressant, antioxidant, hepatoprotective, anti-inflammatory, anti-tumor, antibacterial, and insecticidal effects. This study summarized the chemical constituents and pharmacological effects of *Hemerocallis* plants in the past three decades, aiming to provide a reference for comprehensive utilization of *Hemerocallis* plant resources and the quality control of *Hemerocallis* medicinal plants.

[Keywords] *Hemerocallis* L.; active constituents; flavonoids; phenols; pharmacological activity

根据《中国植物志》记载, 百合科萱草属(*Hemerocallis* L.)植物的自然种类约有14种, 我国有11种, 其中折叶萱草(褶叶萱草)*H. plicata* Stapf、矮萱草*H. nana* Forrest & W. W. Sm.、西南萱草*H. forrestii* Diels、多花萱草*H. multiflora* Stout

为我国特有萱草种^[1-2], 而在地方标准记载里有药用价值的只有褶叶萱草*H. plicata* Stapf、萱草*H. fulva* (L.) L.、小萱草*H. dumortieri* Morr.、黄花菜*H. citrina* Baroni 4种植物。萱草属植物中很多品种具有食用、药用、观赏等多种价值, 在我国已有2000多

[△] [基金项目] 河北省中医药管理局中医药类科研项目(2020125); 河北中医学院省属高校基本科研业务项目(JCYJ2022004); 河北省二期现代农业产业技术体系创新团队项目(HBCT2018060205)

* [通信作者] 王少男, 博士, 研究方向: 中药药效物质基础研究; E-mail: wangshaonanzz@163.com

年的栽培历史,广泛分布于我国各个地区^[3-4]。萱草为多年生宿根草本植物,别名忘忧草、宜男草、丹棘、鹿葱等,民间也叫金针草,常以花和根入药。萱草花味甘而性凉,具安五脏、解郁宽胸、利水渗湿、清热止渴之效,常用于小便赤涩、烦热口渴、胸闷忧郁等症(表1)^[9-15]。萱草的药用价值在《神农本草经》^[5]中早有记载,在后世典籍中,北宋唐慎微^[6]的《证类本草》记述:“治沙淋,下水气,主酒疸,黄色通身者。取根捣搅汁服,亦取嫩苗煮食之。又主小便赤涩,身体烦热。”明代陈嘉谟^[7]《本草蒙筌》中记载:“疗酒疸遍身通黄,绞生根汁咽下;治沙淋小便涩痛,煮熟嫩苗食之。咀和酒煎,为破脑伤风要药;捣捣姜汁,系大热衄血仙方。”北宋苏颂^[8]的《本草图经》中记述:“主安五脏,利心志,令人好欢乐无忧,轻身明目。”现代研究表明,萱草属所含活性成分较多,迄今为止,从萱草属植物中分离并鉴定出来的化学成分有185种,包括黄酮类、生物碱、萜醌类、多酚类等。对萱草活性成分的研究证明,其具有抗抑郁、抗氧化、镇静安眠、保肝、抗炎等作用。目前,对萱草属植物的研究主要集中于萱草、黄花菜、小黄花菜 *H. minor* Mill. 等少数几个品种,还有一些品种未被

研究,这表明关于萱草属的研究还有很大的空间。

1 化学成分

1.1 黄酮类

黄酮类化合物常具备C₆-C₃-C₆的基本骨架,在植物体中广泛存在,且具有多种药理活性。经整理发现,萱草属植物中的黄酮类成分有7种基本骨架。此类化合物主要从萱草、黄花菜、重瓣萱草 *H. fulva* var. *kwanso* Regel 和 *H. cv. Stella de Oro* 中提取出来,被认为是萱草属植物的主要成分,与镇静催眠、抗抑郁、抗肿瘤、抗氧化等诸多药理作用相关。目前从萱草属植物中分离鉴定的黄酮类化合物共46种(表2),结构式见增强出版材料。

1.2 生物碱类

迄今为止,从萱草属植物中已分离得到了34种生物碱(表3),是已发现种类仅次于黄酮类成分的一类化合物,结构式见增强出版材料。其中,化合物**47~53**为从萱草、重瓣萱草、小黄花菜的花蕾中首次发现,并从长管萱草(*H. fulva* var. *Angustifolia* Baker)中分离并确认了longitubanine A(**54**)和longitubanine B(**55**)的结构^[31]。

表1 萱草属药用植物情况

基原	药用部位	药材名称	标准收载情况	功效	参考文献
萱草	干燥根及根茎	萱草根	《江苏省中药材标准》1989年版	利尿消肿,用于浮肿、小便不利	[9]
	干燥根及根茎	萱草根	《山西省中药材标准》1987年版	利尿消肿,用于浮肿、小便不利	[10]
	干燥根部	萱草根	《中华人民共和国药典》(以下简称《中国药典》)1963年版(一部)	利水、凉血,用于水肿、沙淋、小便不通、黄疸、衄血、便血、乳痈	[11]
	干燥根及根茎	萱草根	《中国药典》1977年版(一部)	利水消肿,用于浮肿、小便不利	[12]
	干燥花蕾	萱草花	《上海市中药材标准》1994年版	利水渗湿、清热止咳、解郁宽胸,用于小便赤涩、烦热口渴、胸闷忧郁	[13]
	干燥全草	萱草	《贵州省中药材、民族药材质量标准》(2003版)	清热利湿、凉血止血、解毒消肿,用于黄疸、水肿、小便不利、带下、便血、乳痈	[14]
小萱草	干燥根及根茎	萱草根	《山西省中药材标准》1987年版	利尿消肿,用于浮肿、小便不利	[10]
	干燥根部	萱草根	《中国药典》1963年版(一部)	利水、凉血,用于水肿、沙淋、小便不通、黄疸、衄血、便血、乳痈	[11]
	干燥根及根茎	萱草根	《中国药典》1977年版(一部)	利水消肿,用于浮肿、小便不利	[12]
黄花菜	干燥根及根茎	萱草根	《江苏省中药材标准》1989年版	利尿消肿,用于浮肿、小便不利	[9]
	干燥根及根茎	萱草根	《中国药典》1977年版(一部)	利水消肿,用于浮肿、小便不利	[12]
	干燥花蕾	萱草花	《上海市中药材标准》1994年版	利水渗湿、清热止咳、解郁宽胸,用于小便赤涩、烦热口渴、胸闷忧郁	[13]
	干燥全草	萱草	《贵州省中药材民族药材质量标准》2003年版	清热利湿、凉血止血、解毒消肿,用于黄疸、水肿、小便不利、带下、便血、乳痈	[14]
褶叶萱草	干燥块根	褶叶萱草根	《云南省中药材标准:第四册·彝药》2005年版	清热利尿、凉血止血、祛风湿、通经活络、散瘀止痛,用于膀胱炎、尿血、衄血、便血、治崩漏、月经不调、乳结红肿硬痛、乳汁不通、骨折淤肿、腮腺炎、止腰痛	[15]

表2 萱草属植物黄酮类化合物

序号	名称	所属物种	参考文献
1	槲皮素 (quercetin)	萱草	[16]
2	槲皮素-3- <i>O</i> - β -D-吡喃木糖苷 (quercetin-3- <i>O</i> - β -D-xylopyranoside)	<i>H. cv.</i> Stella de Oro	[17]
3	异槲皮苷 (isoquercitrin)	黄花菜	[18]
4	金丝桃苷 (hyperoside)	黄花菜	[18]
5	芦丁 (rutin)	萱草	[16]
6	Quercetin-3- <i>O</i> - α -L-rhamnopyranosyl- (1 $\rightarrow$ 6) - β -D-galactopyranoside	<i>H. cv.</i> Stella de Oro	[17]
7	quercetin 3- <i>O</i> - α -L-rhamnopyranosyl- (1 $\rightarrow$ 6) -[α -L-rhamnopyranosyl- (1 $\rightarrow$ 2)]- β -D-glucopyranoside	<i>H. cv.</i> Stella de Oro	[17]
8	quercetin 3- <i>O</i> -{ α -L-rhamnopyranosyl- (1 $\rightarrow$ 6) [α -L-rhamnopyranosyl- (1 $\rightarrow$ 2)]}- β -D-galactopyranoside	萱草	[16]
9	山柰酚 (kaempferol)	萱草	[16]
10	kaempferol 3- <i>O</i> - α -L-arabinopyranoside	<i>H. cv.</i> Stella de Oro	[17]
11	紫云英苷 (astragalin)	<i>H. cv.</i> Stella de Oro	[17]
12	山柰酚-3- <i>O</i> -芸香糖苷 (nicotiflorin)	萱草	[16]
13	kaempferol 3- <i>O</i> -{ α -L-rhamnopyranosyl(1 $\rightarrow$ 6)[α -L-rhamnopyranosyl(1 $\rightarrow$ 2)]}- β -D-galactopyranoside	萱草	[16]
14	isorhamnetin-3- <i>O</i> - β -D-6'-acetylglucopyranoside	重瓣萱草	[19]
15	isorhamnetin 3- <i>O</i> - α -L-rhamnopyranosyl-(1 $\rightarrow$ 6)-[α -L-rhamnopyranosyl-(1 $\rightarrow$ 2)]- β -D-glucopyranoside	<i>H. cv.</i> Stella de Oro	[17]
16	quercetin 3,7- <i>O</i> - β -D-diglucopyranoside	重瓣萱草	[19]
17	quercetin 3- <i>O</i> - α -L-rhamnopyranosyl-(1 $\rightarrow$ 6)- β -D-glucopyranosyl-7- <i>O</i> - β -D-glucopyranoside	重瓣萱草	[19]
18	三叶豆苷 (trifolin)	黄花菜	[20]
19	山柰酚-3-葡萄糖苷 (astragalin)	萱草	[21]
20	杨梅素 (myricetin)	萱草	[22]
21	杨梅素-3- <i>O</i> -芸香糖苷 (myricetin-3- <i>O</i> -rutinoside)	萱草	[21]
22	异鼠李素-3- <i>O</i> -葡萄糖苷 (isorhamnetin 3- <i>O</i> -glucopyranoside)	黄花菜	[20]
23	isorhamnetin-3- <i>O</i> - α -L-rhamnopyranosyl-(1 $\rightarrow$ 6)-[α -L-rhamnopyranosyl-(1 $\rightarrow$ 2)]- β -D-glucopyranoside	<i>H. cv.</i> Stella de Oro	[17]
24	异鼠李素-3- <i>O</i> -芸香糖苷 (narcissin)	萱草	[21]
25	山柰酚-3-芸香糖-7-鼠李糖苷 (kaempferol 3- <i>O</i> -rutinoside-7-rhamnoside)	萱草	[21]
26	槲皮素-3-芸香糖-7-鼠李糖苷 (quercetin-3- <i>O</i> -rutinoside-7-rhamnoside)	萱草	[21]
27	chrysoeriol-7- <i>O</i> -[β -D-glucuronopyranosyl(1 $\rightarrow$ 2)-(2- <i>O</i> -transferuloyl)- β -D-glucuronopyranoside	萱草	[16]
28	chrysoeriol-7- <i>O</i> - β -D-glucuronopyranosyl(1 $\rightarrow$ 2)- <i>O</i> - β -D-glucuronopyranoside	萱草	[16]
29	6-甲基木犀草素 (6-methylfluteolin)	重瓣萱草	[23]
30	白杨素 (chrysin)	萱草	[24]
31	木犀草素 (luteolin)	萱草	[22]
32	橙皮苷 (hesperidin)	黄花菜	[25]
33	柚皮苷 (naringin)	萱草	[24]
34	柚皮素 (naringenin)	萱草	[24]
35	乔松素 (pinocembrin)	萱草	[24]
36	葛根素 (puerarin)	萱草	[26]
37	3'-甲氧基葛根素 (3'-methoxypuerarin)	萱草	[26]
38	萱草酮 (hemerocallone)	黄花菜	[27]
39	儿茶素 (catechin)	萱草	[28]
40	花青素 (cyanidin)	萱草	[21]
41	矢车菊素-3-芸香糖苷 (cyanidin-3-rutinoside)	萱草	[21]
42	飞燕草素 (delphinid)	萱草	[21]
43	飞燕草素-3-芸香苷 (delphinidin-3-rutinoside)	萱草	[21]
44	天竺葵素 (pelargonidin)	萱草	[22]
45	芍药苷 (peonidin)	萱草	[22]
46	petunidin	萱草	[22]

1.3 蒽醌类

蒽醌类成分具有不饱和环二醌结构，母核上常有羟基、羟甲基、羧基等取代基。目前从萱草属植物中已经分离出 14 种蒽醌化合物，分属于重瓣萱草和黄花菜 2 个种（表 4），结构式见增强出版材料。

1.4 多酚类

此类化合物有很强的抗氧化能力，被鉴别出来的 23 个成分大多来源于萱草和黄花菜（表 5），结构式见增强出版材料。其中 3-*O*-对香豆酰基奎宁酸、

3-*O*-阿魏酰奎尼酸、3-*O*-咖啡酰奎尼酸、4-*O*-阿魏酰奎尼酸、4-*O*-对香豆酰基奎宁酸、4-*O*-咖啡酰奎尼酸、5-*O*-对香豆酰基奎宁酸、5-*O*-咖啡酰基奎宁酸是 Clifford 等^[40]通过液相色谱质谱联用（LC-MSⁿ）技术鉴定得到的。

1.5 萜类

萜类化合物的骨架一般以 5 个碳为基本单位，多是异戊二烯的聚合体及其衍生物。迄今为止，在萱草属种分离出 10 种萜类化合物（表 6），结构式见增强出版材料。

表 3 萱草属植物中的生物碱类化合物

序号	名称	所属物种	参考文献
47	hemerocallisamine I	重瓣萱草、萱草、小黄花菜	[29]
48	hemerocallisamine II	重瓣萱草、萱草、小黄花菜	[29]
49	hemerocallisamine III	重瓣萱草、萱草、小黄花菜	[29]
50	hemerocallisamines IV	重瓣萱草、萱草、小黄花菜	[30]
51	hemerocallisamines V	重瓣萱草、萱草、小黄花菜	[30]
52	hemerocallisamines VI	重瓣萱草、萱草、小黄花菜	[30]
53	hemerocallisamines VII	重瓣萱草、萱草、小黄花菜	[30]
54	longitubanine A	长管萱草	[31]
55	longitubanine B	长管萱草	[31]
56	oxypinnatanine	长管萱草	[31]
57	oxypinnatanine A	萱草	[32]
58	kwansonine A	萱草	[33]
59	kwansonine B	萱草	[33]
60	kwansonine C	萱草	[32]
61	pinnatanine	长管萱草	[31]
62	1',2',3',4'-tetrahydro-5'-deoxy-pinnatanine	重瓣萱草	[19]
63	adenosine	萱草	[16]
64	guanosine	萱草	[16]
65	hemerominor A	小黄花菜	[34]
66	hemerominor B	小黄花菜	[34]
67	hemerominor C	小黄花菜	[34]
68	hemerominor D	小黄花菜	[34]
69	hemerominor E	小黄花菜	[34]
70	hemerominor F	小黄花菜	[34]
71	hemerominor G	小黄花菜	[34]
72	hemerominor H	小黄花菜	[34]
73	lycoperodine-1	萱草	[16]
74	2-formylopyrole hemerokallisamine I	黄花菜	[35]
75	fulvanine A	重瓣萱草	[36]
76	fulvanine B	重瓣萱草	[36]
77	fulvanine C	重瓣萱草	[36]
78	fulvanine D	重瓣萱草	[37]
79	fulvanine E	重瓣萱草	[37]
80	蒺藜嗪 (terresoxazine)	萱草	[38]

表 4 萱草属植物中的蒽醌类化合物

序号	名称	属种	参考文献
81	大黄酸 (rhein)	重瓣萱草	[27]
82	2-羟基大黄酚 (2-hydroxychrysophanol)	重瓣萱草	[23]
83	芦荟大黄素 (aloe-emodin)	黄花菜	[39]
84	大黄酚 (chrysophanol)	黄花菜	[39]
85	kwanzoquinones A	重瓣萱草	[23]
86	kwanzoquinones B	重瓣萱草	[23]
87	kwanzoquinones C	重瓣萱草	[23]
88	kwanzoquinones D	重瓣萱草	[23]
89	kwanzoquinones E	重瓣萱草	[23]
90	kwanzoquinones F	重瓣萱草	[23]
91	kwanzoquinones G	重瓣萱草	[23]
92	2-甲氧基-美决明子素 (2-methoxy-obtusifolin)	黄花菜	[39]
93	hemerocal	黄花菜	[39]
94	美决明子素 (obtusifolin)	黄花菜	[39]

表 5 萱草属植物中的多酚类化合物

序号	名称	所属物种	参考文献
95	绿原酸 (chlorogenic acid)	黄花菜	[16]
96	新绿原酸甲酯 (chlorogenic acid methyl ester)	黄花菜	[16]
97	3- <i>O</i> -对香豆酰基奎宁酸 (3- <i>O</i> - <i>p</i> -coumaroylquinic acid)	黄花菜	[40]
98	3- <i>O</i> -阿魏酰奎宁酸 (3- <i>O</i> -feruloylquinic acid)	黄花菜	[40]
99	3- <i>O</i> -咖啡酰奎宁酸 (3- <i>O</i> -caffeoylquinic acid)	黄花菜	[40]
100	4- <i>O</i> -阿魏酰奎宁酸 (4- <i>O</i> -feruloylquinic acid)	黄花菜	[40]
101	4- <i>O</i> -对香豆酰基奎宁酸 (4- <i>O</i> - <i>p</i> -coumaroylquinic acid)	黄花菜	[40]
102	4- <i>O</i> -咖啡酰奎宁酸 (4- <i>O</i> -caffeoylquinic acid)	黄花菜	[40]
103	5- <i>O</i> -对香豆酰基奎宁酸 (5- <i>O</i> - <i>p</i> -coumaroylquinic acid)	黄花菜	[40]
104	5- <i>O</i> -咖啡酰基奎宁酸 (5- <i>O</i> -caffeoylquinic acid)	黄花菜	[40]
105	5- <i>O</i> -阿魏酰基奎宁酸 (5- <i>O</i> -feruloylquinic acid)	黄花菜	[40]
106	5-咖啡酰奎宁酸-4-羟基苯乙基铵盐 (5-caffeoylquinic acid 4-hydroxyphenethylammonium salt)	<i>H. fulva</i> L. var. <i>sempervirens</i> M. Hotta	[32]
107	5-咖啡酰奎宁酸铵盐 (5-caffeoylquinic ammonium salt)	<i>H. fulva</i> L. var. <i>sempervirens</i> M. Hotta	[32]
108	2,3,4-三羟基苯甲酸 (2,3,4-trihydroxybenzoic acid)	萱草	[41]
109	阿魏酸 (ferulic acid)	萱草	[41]
110	原儿茶酸 (protocatechuic acid)	萱草	[41]
111	没食子酸 (gallic acid)	萱草	[28]
112	对香豆酸 (<i>p</i> -coumaric acid)	萱草	[41]
113	对羟基苯甲酸 (<i>p</i> -hydroxybenzoic acid)	萱草	[41]
114	芥子酸 (sinapic acid)	萱草	[41]
115	丁香酸 (syringic acid)	萱草	[41]
116	香草酸 (vanillic acid)	萱草	[41]
117	咖啡酸 (caffeic acid)	萱草	[41]

1.6 三萜及其苷类

三萜由 30 个碳原子组成, 母核中有 6 个异戊二烯基。从萱草属植物中已分离出 11 个三萜及其苷类成分, 均存在于萱草中 (表 7), 结构式见增强出版材料。

1.7 萜苷类

萜苷类成分在萱草属中相对偏少, 只有 Cichewicz 等^[23]从重瓣萱草中分离出 5-hydroxydianellin (139)、dianellin (140) 2 个化合物; 同年 Cichewicz 等^[17]从 *H. cv. Stella de Oro* 中分离出 stelladerol (141), 其

表6 萱草属植物中的萜类化合物

序号	名称	所属物种	参考文献
118	emottene	萱草	[42]
119	hemerocallal A	萱草	[42]
120	phlomuroside	重瓣萱草	[19]
121	hemerocalloside	萱草	[42]
122	马钱子苷 (loganin)	萱草	[26]
123	roseosid	重瓣萱草	[19]
124	獐牙菜苷 (sweroside)	萱草	[26]
125	hemerolide A	小黄花菜	[43]
126	hemerolide B	小黄花菜	[43]
127	hemerolide C	小黄花菜	[43]

结构式见增强出版材料。

1.8 甾体类

这类成分的母核均有环戊烷骈多氢菲的四环结构。目前只有 Konishi 等^[45]从重瓣萱草中分离鉴定出 hemeroside A (142) 和 hemeroside B (143); 杨中铎等^[38,44]从萱草分离出 25*R*-spirostane-4-ene-3,12-dione (144), 海可皂苷元 (hecogenin, 145)、谷甾-4-烯-3 β -醇 (stigmast-4-en-3 β -ol, 146)、谷甾-4-烯-3-酮 (stigmast-4-en-3-one, 147) 6个甾体类化合物, 其中, 海可皂苷元为首次从该属植物中分得, 其结构式见增强出版材料。

1.9 苯乙醇类

2014年 Ogawa 等^[32]从重瓣萱草中鉴定出淫羊藿次苷 D₂ (icaraside D₂, 148)、红景天苷 (salidroside, 150)。Cichewicz 等^[17]从 *H. cv. Stella de Oro* 中分离出 phenethyl- β -D-glucopyranoside (149); 杨中铎首次从萱草中分离并鉴定出 ω -feruloyloxy acid (151)^[38], 其

结构式见增强出版材料。

1.10 木脂素

木脂素类化合物的骨架是2个苯丙烷通过 β,β' 或8,8'-碳相连而成的。Zhang 等^[19]在重瓣萱草中分离得到一种木脂素类化合物——落叶松脂素 (lariciresinol, 152); 杨中铎等^[26]从萱草中分离出 picraquassioside C (153), 这类化合物在萱草属中目前只被分离出2种, 其结构式见增强出版材料。

1.11 类胡萝卜素

类胡萝卜素是一类重要的天然色素的总称, 普遍存在于动物、高等植物、真菌、藻类的黄色、橙红色或红色的色素之中。类胡萝卜素是体内维生素 A 的主要来源, 同时还具有抗氧化、免疫调节、抗癌、延缓衰老等功效^[46]。目前在萱草属中分离鉴定的类胡萝卜素类成分有11个, 其名称见表8。

1.12 其他

张治雄等^[27]从黄花菜中分离出萱草根素 (165); Zhang 等^[34]在小黄花菜发中发现8种新成分 (化合物 65~72) 的同时, 还分离出了5种已知成分 (化合物 176~180), 其中川芎嗪被证实有中等抗炎作用; Cichewicz 等^[17]从 *H. cv. Stella de Oro* 中分离出根皮素-2'-O- β -D-吡喃葡萄糖苷 (168)、phloretin 2'-O- β -D xylopyranosyl-(1 $\rightarrow$ 6)- β -D-glucopyranoside (169)、orcinol- β -D-glucopyranoside (170); 赵新才^[43]从小黄花菜花蕾中分离出(S)-2,4-dibutoxy-3-(hydroxymethyl) cyclopent-2-en-1-one (183)、2,4-二羟基-6-(4-羟基苯乙基)-3-甲基苯甲酸甲酯 (184)、benzoic acid methyl ester-4-O- β -D-apiofuranosyl-(1'' $\rightarrow$ 6')- β -D-

表7 萱草属植物中的三萜及其苷类化合物

序号	名称	参考文献
128	11- α -羟基-3-己酰基- β -乳香酸 (11- α -hydroxy-3-hexanoyl- β -boswellic acid)	[44]
129	3- α -乙酰基-11-氧代-12-乌苏烯-24-羧酸 (3- α -acetyl-11-oxo-12-ursen-24-carboxylic acid)	[44]
130	α -乳香酸 (α -boswellic acid)	[44]
131	β -乳香酸 (β -boswellic acid)	[44]
132	3-氧代羊毛甾-8,24-二烯-21-羧酸 (3-olanost-8,24-dien-21-carboxylic acid)	[44]
133	3- α -羟基羊毛甾-8,24-二烯-21-羧酸 (3- α -hydroxylanost-8,24-dien-21-carboxylic acid)	[44]
134	3- β -羟基羊毛甾-8,24-二烯-21-羧酸 (3- β -hydroxylanost-8,24-dien-21-carboxylic acid)	[44]
135	HN saponin F	[26]
136	长春藤皂苷元-3-O- β -D-葡萄糖吡喃(1-3)- α -L-阿拉伯糖吡喃基苷-28-O- β -D-葡萄糖吡喃基酯[28-O- β -glucopyranosyl esters of hederagenin 3-O- β -glucopyranosyl-(1 $\rightarrow$ 3)- α -arabinopyranoside]	[26]
137	11-氧代- β -乳香酸 (11-keto- β -boswellic acid)	[38]
138	何伯烷-6 α ,22-二醇 (hopane-6 α , 22-diol)	[38]

表 8 萱草属植物中的类胡萝卜素化合物

序号	名称	所属物种	参考文献
154	紫黄质 (violaxanthin)	黄花菜	[47]
155	胡萝卜素 (carotene)	萱草	[22]
156	叶黄素 (lutein)	黄花菜	[47]
157	玉米黄质 (zeaxanthin)	黄花菜	[47]
158	叶黄素-5,6-环氧化物 (lutein-5,6-epoxide)	黄花菜	[47]
159	番茄红素 (lycopene)	萱草	[22]
160	新黄质 (neoxanthin)	黄花菜	[47]
161	反式-β-胡萝卜素 (trans-β-carotene)	黄花菜	[47]
162	violeoxanthin	黄花菜	[47]
163	β-隐黄质 (β-cryptoxanthin)	黄花菜	[47]
164	β-胡萝卜素 (β-carotene)	萱草	[48]

glucopyranoside (185)。现将此 21 个成分归于其他类成分 (表 9)。

2 药理作用

《本草纲目》记载萱草具有利湿热、宽胸膈、安五脏、安寐解郁, 治酒疸等作用, 用于治胸膈烦热、气火有余、夜少安寐、痔疮便血等症^[51]。现代研究表明, 萱草有镇静安眠、抗抑郁、抗氧化、保肝、抗炎等作用, 而这些作用大多与黄酮类、酚类化学

成分有直接关系^[52-74]。

2.1 镇静安眠

萱草有较好的镇静安眠作用, 因其没有依赖性, 且不良反应少, 后来被广泛用于治疗失眠等症^[52]。早在 1998 年, Uezu^[53]通过给小鼠喂食冻干的萱草花发现, 在黑暗条件下, 萱草处理组的小鼠反常睡眠和慢波睡眠时长明显增加, 然而在光照条件下, 被萱草喂养的小鼠与对照组小鼠睡眠时长几乎无差

表 9 萱草属植物中的其他类化合物

序号	名称	所属物种	参考文献
165	萱草根素 (hemerocallin)	黄花菜	[27]
166	7-hydroxynaphthalide	萱草	[44]
167	7-hydroxynaphthalide-β-D-glucopyranoside	萱草	[26]
168	根皮素-2'-O-β-D-吡喃葡萄糖苷 (phloretin-2'-O-β-D-glucopyranoside)	H. cv. Stella de Oro	[17]
169	phloretin 2'-O-β-D-xylopyranosyl-(1→6)-β-D-glucopyranoside	H. cv. Stella de Oro	[17]
170	orcinol-β-D-glucopyranoside	H. cv. Stella de Oro	[17]
171	ascorbic acid	萱草	[48]
172	globulins	萱草	[49]
173	tryptophan derivative	萱草	[49]
174	L-酪氨酸 (tyrosine)	萱草	[49]
175	3-糠酸 (3-furoic acid)	萱草	[18]
176	2-苯基-N-(2-苯乙基)乙酰胺[2-phenyl-N-(2-phenylethyl)acetamide]	小黄花菜	[34]
177	2-吡咯烷酮-5-羧酸丁酯 (butyl 2-pyrrolidone-5-carboxylate)	小黄花菜	[34]
178	焦谷氨酸甲酯 (methyl pyroglutamate)	小黄花菜	[34]
179	methyl-hydroxypyroglutamate	小黄花菜	[34]
180	川芎啉 (perlolyrine)	小黄花菜	[34]
181	丁二酸 (succinic acid)	黄花菜	[18]
182	对苯二甲酸二甲酯 (dimethylterephthalate)	黄花菜	[50]
183	(S)-2,4-dibutoxy-3-(hydroxymethyl)cyclopent-2-en-1-one	小黄花菜	[43]
184	2,4-二羟基-6-(4-羟基苯乙基)-3-甲基苯甲酸甲酯[methyl 2,4-dihydroxy-6-(4-hydroxyphenethyl)-3-methylbenzoate]	小黄花菜	[43]
185	benzoic acid methyl ester-4-O-β-D-apiofuranosyl-(1'→6')-β-D-glucopyranoside	小黄花菜	[43]

异。Liang等^[54]通过观察失眠模型中果蝇的睡眠时长与活动频率,发现黄花菜60%乙醇提取物能有效减少果蝇的活动次数,并延长睡眠时间,这可能与黄花菜中的槲皮素、木犀草素、山柰酚等密切相关;另外,通过网络药理学的验证发现黄花菜提取物的作用靶点确与治疗失眠相关,不仅进一步证明黄花菜可以改善睡眠,还为探索黄花菜其他作用提供了新思路。

2.2 抗抑郁

萱草对抑郁症的疗效明显,且不良反应少^[55-60]。翟俊杰等^[55]和Li等^[56]的实验证明黄花菜中的黄酮类成分对抑郁小鼠有显著治疗作用。不同的是,Li等证明了黄花菜中的橙皮苷可以通过抑制小鼠血清皮质酮水平的升高、海马细胞外信号调节激酶(ERK)磷酸化和脑源性神经营养因子(BDNF)水平的降低来达到治疗抑郁的目的。此外,Lin等^[57]用网络药理学方法探究萱草抗抑郁成分及机制,实验表明萱草能治疗抑郁症的主要成分有葱醌、香草酸、山柰酚等11个,并由酗酒通路、苯丙胺成瘾通路、鼠肉瘤相关蛋白1(Rap1)信号通路、鼠肉瘤(Ras)信号通路等多种通路对抑郁症的治疗发挥协同作用,从而抑制单胺氧化酶A(MAOA)、单胺氧化酶B(MAOB)、表皮生长因子受体(EGFR)、细胞色素P450 2E1(CYP2E1)水平和提高钙调蛋白1(CALM1)水平来缓解抑郁症状。另有学者们发现,黄花菜中的酚类化合物很有可能在神经机制中表现出与黄酮类化合物相似的作用,用皮质酮和谷氨酸分别建立PC12细胞损伤模型,通过测定细胞损伤后神经递质的含量,发现细胞培养基中的多巴胺(DA)水平会因为酚类而提高,这也首次证实了黄花菜中的酚类化合物对神经有显著保护作用^[58-59]。这一结论在姬赐玉等^[60]制备的过氧化氢(H₂O₂)诱导大鼠PC12细胞损伤模型中也得到了证实。

2.3 抗氧化

萱草中的黄酮类、多糖、酚类均有抗氧化作用,其中黄酮类和多糖具有很强的体外抗氧化作用^[61-62],抗氧化程度与山柰酚、花青素密切相关^[63]。有研究表明,萱草中含有大量酚类化合物,可用于延缓皮肤老化、减少皱纹、增加皮肤弹性,抑制色素沉积等^[64]。Wu等^[65]发现利用黄花菜的抗氧化作用能抑制高糖水平下人脐静脉内皮细胞的损伤或凋亡,这表

明黄花菜或许能成为一种对抗糖尿病的食品。秦喜悦等^[66]以秀丽隐杆线虫为研究对象,并建立蔗糖和硬脂酸2种诱导损伤模型,研究黄花菜甲醇提取物对糖脂损伤的作用,数据显示当给予线虫黄花菜甲醇提取物之后,对受糖脂损伤线虫的生殖发育指标、平均寿命都有不同程度的正向作用。这是因为糖脂代谢紊乱会产生大量氧自由基,而黄花菜中的酚类成分有很强的抗氧化性,能够保护生物分子不被活性氧破坏。这一实验成果为黄花菜被做成功能性食品提供了一定的理论基础。此外,有研究表明黄花菜的抗氧化性与温度有很大的关系,当采收的新鲜黄花菜放置在高温条件(50℃)时,会显著提高过氧化氢酶(CAT)水平,减缓O₂·⁻和H₂O₂生成速率;当新鲜黄花菜处于低温条件(5℃)时,会使超氧歧化酶(SOD)的含量升高,并减慢黄花菜新陈代谢的速度,两种条件下黄花菜的抗氧化性都比常温强^[67]。

2.4 保肝

萱草是民间用以预防肝炎的一味单方,有改善肝功能的作用^[52]。萱草总黄酮(HCBF)能明显降低小鼠丙氨酸氨基转移酶(ALT)的活性,并提高谷胱甘肽过氧化物酶(GSH-Px)活力水平,以此增强小鼠细胞的抗氧化能力,使其发挥保肝的作用;萱草中咖啡酸衍生物也有类似作用^[68-69]。黄红焰等^[70]通过建立四氯化碳大鼠肝纤维化模型,观察到用萱草中的黄酮苷成分可以显著抑制血清ALT的升高,从而达到预防肝纤维化的目的。据Chen等^[71]的最新研究,萱草提取物在面对不同成分诱导的肝毒性结果存在着较大差异,萱草提取物对棕榈酸(PA)和乙酰氨基酚诱导的肝毒性有保护作用,对油酸(OA)诱导的肝毒性没有影响。

2.5 抗炎

Fan等^[72]通过建立二甲苯诱导的小鼠耳水肿模型,进一步证明萱草提取物对促炎细胞因子肿瘤坏死因子-α(TNF-α)、白细胞介素-1(IL-1)和IL-6具有抑制作用,同时表现出体内抗炎活性。Liu等^[73]发现给大鼠服用黄花菜乙醇提取物(HCE)后,可以减轻抑郁症状,同时也抑制了IL-1β、IL-6和TNF-α等促炎因子的表达,以及额叶皮层和海马的吲哚胺2,3-过氧化酶(IDO)活性。Li等^[74]制备了为期2个月的脂多糖(LPS)诱导小鼠抑郁的模型,通

过小鼠对蔗糖的偏好程度指标来判断小鼠的抑郁情况,发现口服黄花菜提取物的小鼠能通过抑制核转录因子- κ B (NF- κ B)、诱导型一氧化氮合酶(iNOS)、环氧化酶-2 (COX-2)等炎症因子的表达来降低抑郁程度。两个实验都证明了黄花菜的抗抑郁效果与NF- κ B等炎症因子相关,可以作进一步研究。

2.6 其他

张珠宝等^[75]发现,黄花菜中含有丰富的人体必需元素,包括Ca、Cu、Fe、K、Mg、Mn、Zn、P等,但因地域不同,相同元素的含量也有所不同。其通过电感耦合等离子体发射光谱法(ICP-AES)技术分析了黄花菜中的各种元素的含量,得出的结果准确可靠,为黄花菜的质量评价、产地特征鉴别及开发利用提供了有力的依据。同年Afolayan等^[76]进一步通过能谱-扫描电镜(EDX-SEM)观察元素,发现不同的元素对应的治疗作用不同,这可能是因为这些元素会与不同的生物活性化合物结合有关。

3 结语与展望

本综述对近30年萱草属植物的化学成分和药理作用进行了总结。萱草作为民间用药历史悠久,文献中对其原植物研究较多。萱草中主要成分包含黄酮类、酚类等,提供了最主要的药效物质基础,用于改善失眠、抑郁、细胞自由基氧化、炎症、肝功能失常等方面。

国内外虽然一直在研究萱草属植物,但仅局限在萱草、黄花菜、小萱草、重瓣萱草、长管萱草、小黄花菜等几个种与其变种上,鲜有对萱草属其他植物的化学成分的研究。因此,为了促进萱草属植物资源的开发与利用,以及萱草属植物的新药研究,可以从研究较少的萱草属植物入手,对其所含成分进行深入探索。

目前对萱草的药理作用多集中于黄酮类和酚类成分的生物活性研究,而萱草中尚有多种其他类成分,可适当将研究重心转移至咖啡酸衍生物、蒽醌、生物碱等成分,以此提高萱草属植物的药用价值。另外,关于萱草毒理性研究与不良反应方面的实验较少,这些内容均可作为该药材后续的研究方向。

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:第14卷[M]. 北京:科学出版社,1980:52-59.
- [2] 熊治廷,陈心启,洪德元,等. 中国萱草属数量分类研究[J]. 植物分类学报,1997,35(4):311-316.
- [3] 褚云霞,何玉祥,邓姗,等. 萱草属DUS测试中数量性状的测量方法研究[J]. 中国农业大学学报,2022,27(1):67-78.
- [4] 张玲玲,李森,刘娟,等. 萱草属植物F1代花部性状遗传分析及QTL定位[J]. 山西农业大学学报(自然科学版),2022,42(1):51-58.
- [5] 佚名. 神农本草经[M]. 南宁:广西科学技术出版社,2016:100.
- [6] 唐慎微. 证类本草[M]. 郭君双,金秀梅,赵益梅,校注. 北京:中国医药科技出版社,2011:367.
- [7] 陈嘉谟. 本草蒙筌[M]. 陆拯,赵法新,校点. 北京:中国中医药出版社,2013:109.
- [8] 苏颂. 本草图经[M]. 合肥:安徽科技出版社,1994:319.
- [9] 江苏省卫生厅. 江苏省中药材标准[M]. 江苏:江苏科学技术出版社,1989:259.
- [10] 山西省卫生厅. 山西省中药材标准[M]. 山西:山西省卫生厅,1987:57.
- [11] 中华人民共和国卫生部药典委员会. 中华人民共和国药典:一部[M]. 北京:人民卫生出版社,1964:263.
- [12] 中华人民共和国卫生部药典委员会. 中华人民共和国药典:一部[M]. 北京:人民卫生出版社,1978:572.
- [13] 上海市卫生局. 上海市中药材标准[M]. 上海:上海科学普及出版社,1994:312.
- [14] 贵州省药品监督管理局. 贵州省中药材、民族药材质量标准[M]. 贵州:贵州科技出版社,2003:359.
- [15] 云南省食品药品监督管理局. 云南省中药材标准:第四册·彝族药[M]. 云南:云南科技出版社,2005:101.
- [16] LIN Y L, LU C K, HUANG Y J, et al. Antioxidative caffeoylquinic acids and flavonoids from *Hemerocallis fulva* flowers[J]. J Agric Food Chem, 2011, 59(16): 8789-8795.
- [17] CICHEWICZ R H, NAIR M G. Isolation and characterization of stelladerol, a new antioxidant naphthalene glycoside, and other antioxidant glycosides from edible daylily (*Hemerocallis*) flowers[J]. J Agric Food Chem, 2002, 50(1):87-91.
- [18] 潘红,郝丽静,黄建梅,等. 萱草花化学成分研究[J]. 时珍国医国药,2012,23(9):2186-2187.
- [19] ZHANG Y J, CICHEWICZ R H, NAIR M G. Lipid peroxidation inhibitory compounds from daylily (*Hemerocallis fulva*) leaves[J]. Life Sci, 2004, 75(6):

- 753-763.
- [20] WANG Y, XU T, FAN B, et al. Advances in researches on chemical composition and functions of *Hemerocallis* plants[J]. Med Plant, 2018, 9(2): 16-21.
- [21] 黄昕蕾. 萱草属植物花色及其类黄酮色素的研究[D]. 保定: 河北农业大学, 2013.
- [22] MCGARTY T. Flower color and patterning in the genus *hemerocallis* and its hybrids: A mathematical model and experimental analysis[J]. Reverse Engineering, 2009.
- [23] CICHEWICZ R H, LIM K C, MCKERROW J H, et al. Kwanzoquinones A-G and other constituents of *Hemerocallis fulva* 'Kwanzo' roots and their activity against the human pathogenic trematode *Schistosoma mansoni*[J]. Tetrahedron, 2002, 58(42): 8597-8606.
- [24] LIU L, CHANG L, CHOU S, et al. Studies on the antioxidant components and activities of the methanol extracts of commercially grown *Hemerocallis fulva* L. (daylily) in Taiwan [J]. J Food Biochem, 2010, 34: 90-104.
- [25] DU B J, TANG X S, LIU F, et al. Antidepressant-like effects of the hydroalcoholic extracts of *Hemerocallis citrina* and its potential active components [J]. BMC Complement Altern Med, 2014, 14: 326.
- [26] 杨中锋, 李涛, 李援朝. 萱草根化学成分的研究[J]. 中国中药杂志, 2008, 33(3): 269-272.
- [27] 张治雄, 梁永锋. 黄花菜根化学成分研究[J]. 中药材, 2011, 34(9): 1371-1373.
- [28] QUE F, MAO L, ZHENG X J. *In vitro* and *vivo* antioxidant activities of daylily flowers and the involvement of phenolic compounds[J]. Asia Pac J Clin Nutr, 2007, 16(1): 196.
- [29] MATSUMOTO T, NAKAMURA S, OHTA T, et al. A rare glutamine derivative from the flower buds of daylily [J]. Org Lett, 2014, 16(11): 3076-3078.
- [30] 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.
- [31] YOSHIKAWA K, NAGAI M, ARIHARA S. Amino acid amides from *Hemerocallis longituba* [J]. Phytochemistry, 1994, 35(4): 1057-1058.
- [32] OGAWA Y, KAWAI M, KINOSHITA A, et al. Nitrogen-containing compounds from *Hemerocallis fulva* var. *sempervirens* [J]. Chem Nat Compd, 2014, 49(6): 991-995.
- [33] OGAWA Y, KONISHI T. N-glycosides of amino acid amides from *Hemerocallis fulva* var. *sempervirens* [J]. Chem Pharm Bull, 2009, 57(10): 1110-1112.
- [34] 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.
- [35] WOOD J M, FURKERT D P, BRIMBLE M A. Total synthesis and stereochemical revision of the 2-formylpyrrole alkaloid *hemerocallisamine I* [J]. J Nat Prod, 2017, 80(6): 1926-1929.
- [36] INOUE T, IWAGOE K, KONISHI T, et al. Novel 2, 5-dihydrofuryl- γ -lactam derivatives from *Hemerocallis fulva* L. var. *kwanzo* Regel [J]. Chem Pharm Bull, 1990, 38: 3187-3189.
- [37] INOUE T, KONISHI T, KIYOSAWA S, et al. 2, 5-dihydrofuryl- γ -lactam derivatives from *Hemerocallis fulva* L. var. *kwanzo* Regel. II [J]. Chem Pharm Bull, 1994, 42: 154-155.
- [38] 杨中锋, 李涛, 彭程. 萱草根化学成分分离与结构鉴定(II) [J]. 中草药, 2008, 39(9): 1288-1290.
- [39] 贺贤国, 余其龙, 赵志远, 等. 黄花(*Hemerocallis citrina* Baroni)根中一个新萜醌的分离和结构研究[J]. 植物学报(英文版), 1982, 24(2): 154-158.
- [40] CLIFFORD M N, WU W G, KUHNERT N. The chlorogenic acids of *Hemerocallis* [J]. Food Chem, 2006, 95(4): 574-578.
- [41] GAO Y, MA S, WANG M, et al. Characterization of free, conjugated, and bound phenolic acids in seven commonly consumed vegetables [J]. Molecules, 2017, 22(11): 1878.
- [42] YANG Z D, CHEN H, LI Y C. A new glycoside and a novel-type diterpene from *Hemerocallis fulva* (L.) L [J]. Helvetica Chimica Acta, 2003, 86: 3305-3309.
- [43] 赵新才. 小黄花菜花的化学成分研究[D]. 上海: 上海交通大学, 2017.
- [44] 杨中锋, 李援朝. 萱草根化学成分分离与结构鉴定[J]. 中国药物化学杂志, 2003, 13(1): 34-37.
- [45] KONISHI T, FUJIWARA Y, KONOSHIMA T, et al. Steroidal saponins from *Hemerocallis fulva* var. *kwanzo* [J]. Chem Pharm Bull (Tokyo), 2001, 49(3): 318-320.
- [46] 姜立, 朱长甫, 于婷婷, 等. 类胡萝卜素的最新进展[J]. 生物化工, 2020, 6(6): 136-139.
- [47] TAI C Y, CHEN B H. Analysis and stability of carotenoids in the flowers of daylily (*Hemerocallis disticha*) as affected by various treatments [J]. J Agric Food Chem, 2000, 48(12): 5962-5968.
- [48] CHEN Q, FU M, QU Q L, et al. Effect of blanching pre-treatment on antioxidant activities and involved compounds in fresh daylily (*Hemerocallis fulva* L.) flowers [J]. Qual Assur Saf Crops Foods, 2015, 7:

- 287-293.
- [49] 廖俊杰,吴英杰,阎隆飞. 萱草花粉中微管蛋白生物化学性质[J]. 云南植物研究,2006(4):425-428.
- [50] LIN C, CHANG C, WU T S. Studies on the constituents of *hemerocallis disticha* donn [J]. J Chin Chem Soc, 1973,20:239-240.
- [51] 李时珍. 本草纲目:第3册[M]. 北京:人民卫生出版社,1979:1036.
- [52] 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.
- [53] UEZU E. Effects of *Hemerocallis* on sleep in mice [J]. Psychiatry Clin Neurosci, 1998,52(2):136-137.
- [54] 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.
- [55] 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(10):93-97.
- [56] LI C F, CHEN S M, CHEN X M, et al. ERK-dependent brain-derived neurotrophic factor regulation by hesperidin in mice exposed to chronic mild stress [J]. Brain Res Bull, 2016,124:40-47.
- [57] LIN H Y, TSAI J C, WU L Y, et al. Reveals of new candidate active components in *Hemerocallis* Radix and its anti-depression action of mechanism based on network pharmacology approach [J]. Int J Mol Sci, 2020,21(5):1868.
- [58] TIAN H, YANG F F, LIU C Y, et al. Effects of phenolic constituents of daylily flowers on corticosterone- and glutamate-treated PC12 cells [J]. BMC Complement Altern Med, 2017,17(1):69.
- [59] XU P, WANG K Z, LU C, et al. Antidepressant-like effects and cognitive enhancement of the total phenols extract of *Hemerocallis citrina* Baroni in chronic unpredictable mild stress rats and its related mechanism [J]. J Ethnopharmacol, 2016,194:819-826.
- [60] 姬赐玉,田欢,杨飞飞,等. 黄花菜中酚类成分对过氧化氢诱导大鼠嗜铬细胞瘤PC12细胞损伤的保护作用研究[J]. 世界最新医学信息文摘,2019,19(30):220-222.
- [61] 白雪松,张晶莹,李善姬. 萱草总黄酮体外抗氧化研究[J]. 食品研究与开发,2013,34(21):19-22.
- [62] 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]. J Food Sci, 2021,86(7):3082-3096.
- [63] CHAO P Y, LIN S Y, LIN K H, et al. Antioxidant activity in extracts of 27 indigenous Taiwanese vegetables [J]. Nutrients, 2014,6(5):2115-2130.
- [64] 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.
- [65] WU W T, MONG M C, YANG Y C, et al. Aqueous and ethanol extracts of daylily flower (*Hemerocallis fulva* L.) protect HUVE cells against high glucose [J]. J Food Sci, 2018,83(5):1463-1469.
- [66] 秦喜悦,张雷,温艳斌,等. 黄花菜甲醇提取物对糖脂损伤的干涉作用[J]. 现代食品科技,2021,37(12):14-22.
- [67] LIU W, ZHANG J H, ZHANG Q, et al. Effects of postharvest chilling and heating treatments on the sensory quality and antioxidant system of daylily flowers [J]. Horticult Environ Biotechnol, 2018,59(5):671-685.
- [68] 沈楠,黄晓东,王艳春,等. 萱草花黄酮对免疫性肝损伤小鼠保护作用及机制[J]. 中国公共卫生,2017,33(2):202-205.
- [69] WANG J, HU D M, HOU J, et al. Ethyl acetate fraction of *Hemerocallis citrina* baroni decreases tert-butyl hydroperoxide-induced oxidative stress damage in BRL-3A cells [J]. Oxid Med Cell Longev, 2018, 2018:1526125.
- [70] 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.
- [71] CHEN G W, CHEN T Y, YANG P M. Differential effect of herbal tea extracts on free fatty acids-, ethanol- and acetaminophen-induced hepatotoxicity in FL3B hepatocytes [J]. Drug Chem Toxicol, 2022, 45(1):347-352.
- [72] FAN C, JIN H Z, WU L H, et al. An exploration of traditional Chinese medicinal plants with anti-inflammatory activities [J]. Evid Based Complement Alternat Med, 2017,2017:1231820.
- [73] LIU X L, LUO L, LIU B B, et al. Ethanol extracts from *Hemerocallis citrina* attenuate the upregulation of proinflammatory cytokines and indoleamine 2, 3-dioxygenase in rats [J]. J Ethnopharmacol, 2014, 153(2):484-490.
- [74] LI C F, CHEN X Q, CHEN S M, et al. Evaluation of the toxicological properties and anti-inflammatory mechanism of *Hemerocallis citrina* in LPS-induced

- depressive-like mice [J]. Biomed Pharmacother, 2017, 91:167-173.
- [75] 张珠宝,焦泽鹏,李焕勇,等. 不同地域黄花菜中常量、微量元素比较研究[J]. 应用化工,2014,43(2):365-367.
- [76] AFOLAYAN A J, OTUNOLA G A. Ultrastructure and elemental analysis of *Hypoxis hemerocallidea*: A multipurpose medicinal plant [J]. Afr J Tradit Complement Altern Med, 2014, 11(4):39-43.

(收稿日期: 2022-07-04 编辑: 吴美琪)