



杨梦宇,宋义前,王德钢,等. 金丝皇菊化学成分与药理作用研究进展[J]. 黑龙江农业科学,2023(3):114-120.

金丝皇菊化学成分与药理作用研究进展

杨梦宇,宋义前,王德钢,杨怡帆,唐玉薇,徐琳赞

(新疆生产建设兵团第四师农业科学研究所,新疆 可克达拉 835000)

摘要: 金丝皇菊是重要的药食两用传统中药材,主要包含黄酮类、挥发油类、萜类和有机酸类等药用成分,有抑菌消炎、降血糖血脂和抗肿瘤等临床功效,具有很高的药用价值。当前,随着人们对菊花药食两用的关注度不断提高,金丝皇菊药用成分也得到了深入研究。为了加深金丝皇菊在菊花研究领域中的地位,让金丝皇菊的应用价值进一步提高,本文从金丝皇菊的化学成分和药理活性等方面对其研究进展进行了系统总结,金丝皇菊中黄酮类化合物是药理作用研究的主要方向,萜类及其他成分物质也具有多种药理活性,今后可以加强菊花萜类性质的研究及菊花提取物作用机制的研究。

关键词: 金丝皇菊;化学成分;药理活性

金丝皇菊又称皇菊、黄花、帝女花等,是菊科菊属植物菊(*Chrysanthemum morifolium* Ramat.)的干燥头状花序,主要产于江西、河北等地。其气味清香,外表艳丽,菊体圆润,菊瓣肥厚紧密,中医认为菊花味甘、苦,性微寒,归肺、肝经,具有清热解毒、舒肝明目之功效,临床主要用于治疗头晕目眩、伤风感冒、脾虚食少、疮痈肿毒等症状,具有抗菌消炎、抗氧化、抗血管硬化、降血脂等药理作用^[1]。《神农本草经》将菊花列为“久服利气血,轻身耐老延年”之上品,中医有“长于平肝阳,益血润容”之说,故金丝皇菊作为食药同源功能性原料在医药保健品和辅助治疗药物领域有着十分广泛的应用^[2]。金丝皇菊的药用功能涉及抗衰老、降血压、健肝安神和增强免疫力等方面,是具有重要开发价值的辅助治疗药物资源。

金丝皇菊含有绿原酸、黄酮类、多糖、挥发油、萜类、氨基酸及矿物质微量元素等多种化学成分^[3],其多糖和黄酮类物质因活性显著且种类多样而广受关注。金丝皇菊因其口感清香甘甜、个大形美被誉为菊花中的上品,其营养成分齐全,多糖含量显著高于其他品种菊花,含有其他品种菊花罕有的必需氨基酸半胱氨酸,具有极高的研究

价值^[4]。本文将对金丝皇菊化学成分、药理活性进行综述,探讨金丝皇菊现代药理作用与其化学成分之间的关系,以期对金丝皇菊在中医药健康食品领域的基础研究和应用开发提供参考。

1 化学成分

1.1 黄酮类

黄酮类物质是菊花中生物组分的重要代表,具有消炎、抗病毒等多种药理活性,与菊花的药理药效密切相关。目前,从金丝皇菊中分离出来的黄酮类物质主要分为黄酮和黄酮苷(I)、黄酮醇和黄酮醇苷(II)和二氢黄酮类化合物(III)(图1),包括有木犀草苷、木犀草素-7-葡萄糖苷、香叶木素-7-O- β -D-葡萄糖苷、橙皮苷、蒙花苷、芹菜素、洋艾素、柚皮素、槲皮素、刺槐素、异泽兰黄素等^[5-6]。

1.2 挥发油类

植物挥发油又称精油,是植物体内由分子量较小的简单化合物组成的次生代谢物质,具有挥发性和一定芳香气味^[7]。金丝皇菊中有大量的挥发油成分^[8](表1),其化学成分比较复杂,在常温下能挥发的油状液体物质按其化学结构的不同可分为萜类化合物,主要有龙脑、芳樟醇、桉叶素、樟脑等化合物;含氧衍生物(醇、醛、酮、酸、醚、酯等)和倍半萜(萜烯、萜醇、萜酮),以及脂肪族和芳香族化合物,此外还含有一些含硫和含氮的化合物,这些化合物均有易挥发且沸点低的特点^[8-9]。金丝皇菊的挥发油无毒副作用,具有解热、抗菌、抗炎等功效,被广泛应用在医药保健、化妆品、食品等行业。

收稿日期:2022-11-11

基金项目:新疆兵团第四师可克达拉市农业科技计划项目(2020ny04)。

第一作者:杨梦宇(1994—),男,硕士,助理研究员,从事园艺植物栽培生理生态研究。E-mail:849107997@qq.com。

通信作者:宋义前(1980—),男,硕士,副研究员,从事园艺植物栽培与良种繁育等研究。E-mail:63805661@qq.com。

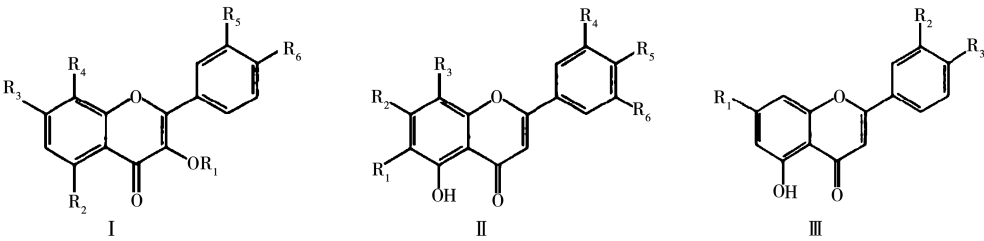


图 1 菊花中黄酮类化合物结构

表 1 金丝皇菊挥发油成分

类别	序号	名称	分子式
烃类	1	蒎烯(Camphene)	C ₁₀ H ₁₆
	2	α -月桂烯(α -Myrcene)	C ₁₀ H ₁₆
	3	大香根叶烯 D(Germacrene D)	C ₁₅ H ₂₄
	4	α -姜黄烯 (α -Curcumene)	C ₁₅ H ₂₂
	5	姜烯 (Zingiberene)	C ₁₅ H ₂₄
	6	β -榄香烯 (β -Elemene)	C ₁₅ H ₂₄
	7	δ -杜松烯 (δ -Cadinene)	C ₁₅ H ₂₄
	8	香树烯 (Alloaromadendren)	C ₁₅ H ₂₄
	9	反式- α -香柑油烯 (Trans- α -Bergamotene)	C ₁₅ H ₂₄
	10	顺式- β -金合欢烯 (Cis- β -Farnesene)	C ₁₅ H ₂₄
	11	(-)-异丁香烯 ((-)-Isocaryophyllene)	C ₁₅ H ₂₄
	12	α -水芹烯 (α -Phellandrene)	C ₁₀ H ₁₆
	13	蒎烯 (Pinene)	C ₁₀ H ₁₆
	14	α -蒎烯 (α -Pinene)	C ₁₀ H ₁₆
	15	β -蒎烯 (β -Pinene)	C ₁₀ H ₁₆
	16	萜品油烯(Terpinolene)	C ₁₀ H ₁₆
	17	(+)-柠檬烯((+)-Dipentene)	C ₁₀ H ₁₆
	18	γ -萜品烯(γ -Terpinen)	C ₁₀ H ₁₆
	19	紫罗烯(Ionene)	C ₁₃ H ₁₈
	20	Di-epi- α -柏木烯(Di-epi- α -cedrene)	C ₁₅ H ₂₄
	21	环氧异香橙烯(Isoaromadendrene epoxide)	C ₁₅ H ₂₄ O
	22	愈创木烯 (1(5)-Guaiene-11-ol)	C ₁₅ H ₂₄
	23	1,12-十三碳二烯(1,12-Tridecadiene)	C ₁₃ H ₂₄
	24	1,2,3,6-四甲基双环[2.2.2]-2-辛烯 (1,2,3,6-Tetramethylbicyclo[2.2.2]oct-2-ene)	C ₁₂ H ₁₈
醇类	25	1,E 11,Z 13 十七碳三烯(1,E-11,Z-13-heptadecatriene)	C ₁₇ H ₁₈
	1	1,8-桉树脑(Eucalyptol)	C ₁₀ H ₁₈ O
	2	α -松油醇(α -Terpineol)	C ₁₀ H ₁₈ O
	3	橙花叔醇(Nerolidol)	C ₁₅ H ₂₆ O
	4	喇叭茶醇(Ledol)	C ₁₅ H ₂₆ O
	5	桉油烯醇((-)-Spathulenol)	C ₁₅ H ₂₄ O
	6	兰桉醇(Globulol)	C ₁₅ H ₂₆ O
	7	表蓝桉醇(Epiglobulol)	C ₁₅ H ₂₆ O
	8	反式长松香芹醇(Longipinocarveol,trans-)	C ₁₀ H ₁₆ O
酮类	9	长松香芹醇(Longipinocarvone)	C ₁₀ H ₁₆ O
	1	左旋樟脑(L(-)-Camphor)	C ₁₀ H ₁₆ O
酯类	1	异戊酸异龙脑酯(Isobornyl isovalerate)	C ₁₅ H ₂₆ O
	2	乙酸龙脑酯(Bornyl acetate)	C ₁₂ H ₂₀ O ₂
氧化物类	1	石竹烯氧化物(Caryophyllene oxide)	C ₁₅ H ₂₄ O

1.3 糖及苷类化合物

金丝皇菊中多糖由葡萄糖、果糖、阿拉伯糖、鼠李糖、甘露糖等单糖组成,游离糖类主要是葡萄糖和果糖^[9](图2),具有抗氧化、降血压、抗病毒、增强免疫力等多种功效,不同产地和提取方法对多糖含量影响较大。王君等^[10]在单因素试验的基础上,采用响应面优化超声辅助提取法对金丝皇菊多糖的提取工艺参数进行了考察,得到的最

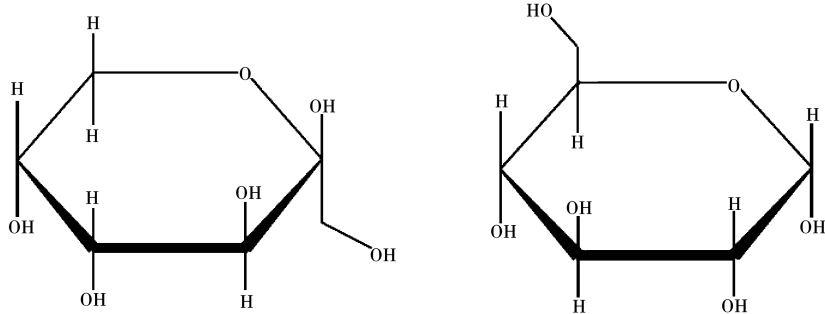


图2 菊花中糖及苷类化合物结构

1.4 氨基酸类

氨基酸是酸性羧基和碱性氨基组成的有机化合物,是构成蛋白质的基本物质;也参与生物体酶、激素和部分维生素的合成,起调节和维持氮素平衡等作用,是人体重要的营养成分,在人体生理与营养上占有重要地位。金丝皇菊中氨基酸的种类较为丰富,其含量相对于黄酮类和挥发油类物质含量较低,但人体所含必需氨基酸含量占总氨基酸含量的比例高^[13]。同时,菊花中有些氨基酸还可以调控菊花茶口感,增加菊花鲜甜味,缓解菊花茶中的苦涩味,是评价茶用菊花感官品质的重要因素之一^[14]。金丝皇菊中含有17种氨基酸,包括天门冬氨酸(aspartic acid)、苏氨酸(L-threonine)、丝氨酸(L-serine)、谷氨酸(glutamic acid)、甘氨酸(glycine)、丙氨酸(alanine)、胱氨酸(L-cystin)、缬氨酸(valine)、甲硫氨酸(DL-methionine)、异亮氨酸(isoleucine)、亮氨酸(leucine)、酪氨酸(tyrosine)、苯丙氨酸(L-phenylalanine)、组氨酸(histidine)、赖氨酸(lysine)、精氨酸(L-arginine)和脯氨酸(proline)^[15]。

1.5 萜类化合物

金丝皇菊中所含萜类分为倍半萜、单萜和三萜类化合物,其中三萜类化合物是菊花中一种重要活性成分,具有消炎抗菌、抗氧化、降血脂和增加机体免疫力等功能^[16]。菊花中的三萜类化合物根据其主体结构的不同可以分为四环三萜类和

佳参数为:乙醇浓度90%,超声功率102 W,提取温度70℃,此条件下金丝皇菊多糖提取率达到84.063 mg·g⁻¹。陆颖等^[11]从野菊花中分析纯化得到3个均一多糖CIP-1'、CIP-2'和CIP-3'。Zheng等^[12]从菊花中得到水溶性多糖JHB0S2和CMJA0S2,分别由葡萄糖、甘露糖、阿拉伯糖和半乳糖等单糖组成。

五环三萜类,根据其主体结构母核所连接烷基的不同,五环三萜类可以分为乌苏烷型、羽扇豆烷型、齐墩果烷型和蒲公英赛烷型,四环三萜类可以分为环木菠萝烷型、达玛烷型、大戟烷型、豆甾烷型、羊毛脂烷型^[17-19]。

五环三萜类中乌苏烷型化合物包括熊果醇、熊果酸、榄香树脂醇、 α -香树精,羽扇豆烷型化合物包括3-表羽扇豆醇、金盏菊二醇、羽扇豆醇、棕榈酸16 β ,28-二羟基羽扇醇酯和向日葵三醇B2,齐墩果烷型化合物包括齐墩果烯二醇、向日葵三醇A1、 β -香树素、高根二醇、马尼拉二醇和龙吉苷元,蒲公英赛烷型化合物仅有蒲公英赛醇。

四环三萜类中环木菠萝烷型化合物包括24-二醇、环菠萝烷-3 β ,24,25-三醇、24-亚甲基环木菠萝烷醇、24(R)-24(S)-环菠萝烷-3 β ,24,25-三醇、24(S)-25-甲氧基环菠萝烷-3 β ,24,25-三醇、24(S)-29-去甲环菠萝烷-3 β ,环阿乔醇和24(S)-25-甲氧基环菠萝烷-3 β ,24,28-三醇,大戟烷型化合物包括 Δ^7 -甘遂醇和4,5-epoxyhelianol。达玛烷型化合物包括3-表南美楝属醇、达玛烷二烯醇和达玛烷二烯醇II,豆甾烷型化合物包括24(R)-海藻甾醇和24(S)-海藻甾醇,羊毛烷型化合物有24(S)-lanost-9(11)-ene-3 β ,24,25-triol。

1.6 有机酸类

有机酸类化合物是金丝皇菊抗氧化,消炎止痛、清热解毒作用的主要有效成分。金丝皇菊中

所含的有机酸类化合物主要包括阿魏酸、咖啡酸、咖啡酸甲酯、咖啡酸乙酯、咖啡酸丁酯、奎宁酸、4-O-咖啡酰奎宁酸、1,3-O-二咖啡酰奎宁酸、3,4-O-二咖啡酰基奎宁酸、4-咖啡酰基-5-阿魏酰基奎宁酸、1-O-咖啡酰基奎宁酸、5-芥子酰基奎宁酸、4,5-二咖啡酰基奎宁酸、3,5-O-二咖啡酰奎宁酸、4,5-O-二咖啡酰奎宁酸、4-甲氧基桂皮酸、3,5-O-二咖啡酰奎宁酸、3,4,5-O-三咖啡酰奎宁酸和绿原酸等^[20-22]。

1.7 其他类

除上述几种主要成分外,金丝皇菊还含有其他活性的化合物,包括维生素、脂肪酸、脂肪醇类、少量萜醌类。除此之外,金丝皇菊中还含有叶黄素和一些微量元素。刘玉珊等^[13]对金丝黄菊有益成分进行测定发现金丝皇菊含有丰富的叶黄素,在烘干皇菊中测定叶黄素含量高达 $46.8\text{ mg}\cdot(100\text{ g})^{-1}$ 。李曦等^[15]用高效液相色谱

仪分析测定出金丝皇菊含有中常量元素 Na、Mg、K、P 以及 Ca,微量元素 Fe、Zn、Cu 和 Mn,以及重金属元素 Pb 等。

2 药理作用

金丝皇菊中所含的三萜、黄酮、挥发油、有机酸和多糖类是药理活性的重要代表成分,具有抗肿瘤、抑菌消炎、抗病毒、降血糖和抗氧化等多种药理活性^[23]。

2.1 抗肿瘤作用

金丝皇菊中各药理活性成分的抗癌机制主要是通过多种机制抑制肿瘤细胞增殖,促进肿瘤细胞凋亡,从而实现直接或间接抑瘤的效果(表 2)。癌症是一种严重威胁人类生命健康的重大疾病,金丝皇菊具有的抗肿瘤功效可用于预防和辅助治疗癌症,是中医药健康食品开发利用的重要资源,同时也为研发和生产金丝皇菊相关功能产品带来了强盛的市场需求和可观的经济价值。

表 2 各药理活性成分抗肿瘤机制

肿瘤名称	作用机制	参考文献
皮肤癌	款冬二醇、向日葵三醇 C 和蒲公英甾醇抑制 TPA 的增殖并诱发凋亡。	[24-25]
鼻咽癌	(1)PN 使 CNE1 癌细胞中线粒体功能丧失;(2)抑制肿瘤细胞的增殖。	[26]
肝癌	CMP、CMP-1、CMP-2 和 CMP-3 抑制 HepG-2 细胞的生长增殖,调控细胞周期运转。	[27-28]
骨肉瘤	(1)下调凋亡相关基因 <i>BCL-2/BAX</i> 比率,激活 Caspase-3;(2)抑制 Saos-2 细胞的增殖。	[29]
结肠癌	木犀草素和香叶木素诱发结肠癌细胞凋亡。	[30]
胰腺癌	多糖抑制胰腺癌 PANC-1 细胞,诱导癌细胞凋亡。	[31]
乳腺癌	CMP-2 能显著抑制人体乳腺癌细胞 MCF-7 细胞的增殖。	[27]
肺癌	(1)抑制 NF-KB 信号,降低 FAK 总蛋白表达水平;(2)抑制 FAK 磷酸化水平,抑制 A549 细胞活性。	[32-33]

2.2 抗炎和抗氧化作用

人体较多的慢性病和亚健康病与炎症或氧化应激机制有关,挥发油和黄酮类成分是金丝皇菊中的主要成分,具有减少超氧阴离子和自由基功能,有抗病原体作用,且能抑制毛细血管通透性,增强毛细血管抵抗力而表现为抗炎和抗氧化作用^[34]。胡文杰等^[35]通过气相色谱-质谱联用技术测定了皇菊各发育时期挥发油的成分和含量,发现盛花期挥发油成分和含量最高;并测定其对 DPPH·自由基清除能力,挥发油和 $0.01\text{ g}\cdot\text{L}^{-1}$ VC 半抑制率 IC_{50} 值分别为 $0.002\ 71\ \mu\text{g}\cdot\mu\text{L}^{-1}$ 和 $0.004\ 71\ \mu\text{g}\cdot\mu\text{L}^{-1}$,且存在量效关系;皇菊花挥发油中的抗氧化物质提供氢离子给 DPPH·自由基的能力较 VC 更强。人体在新陈代谢过程中会产生多种带负电的自由基,清除多余的自由基对人

体健康有重要作用。谭林燕等^[36]研究发现皇菊叶黄酮提取液对 O_2^- 和 DPPH·自由基的 C_{50} (清除率为 50%的质量浓度)值分别为 $0.217\text{ mg}\cdot\text{mL}^{-1}$ 和 $0.141\text{ mg}\cdot\text{mL}^{-1}$,且在相同浓度时,皇菊叶黄酮的提取液对 DPPH·自由基清除率作用要高于对 O_2^- 自由基清除作用。皇菊花为材料提取的挥发油主要物质是烯烃类、醇类、酮类、酯类及其含氧衍生物等,其中 α -蒎烯和左旋樟脑等化合物含有双键等还原性基团,发挥协同作用,有较强的 DPPH·自由基清除能力,这些化合物使皇菊花挥发油的抗氧化能力大大增强。

2.3 抑菌作用

金丝皇菊中提取的挥发油和绿原酸类物质具有显著的抗菌能力,是抑菌作用的主要物质基础。白银亮等^[37]研究发现菊花挥发油可以抑制大肠

杆菌、枯草杆菌、绿脓假单胞菌和金黄色葡萄球菌等病菌的活性,尤其对金黄色葡萄球菌的抑制效果最明显。绿原酸类物质可以加速细胞内容物外排,溶解细菌的细胞膜和细胞壁,以及改变细菌细胞膜通透性,对金黄色葡萄球菌和大肠杆菌的抑制作用最为显著^[38-39]。Rahman 等^[33]对菊花根提取液进行了抑菌试验,4-甲氧基桂皮酸有效抑制了革兰氏阳性菌和革兰氏阴性菌的生长,同时刺槐素显示出对念珠菌有较强的抑制活性。

2.4 对心血管系统作用

俞浩等^[40]研究了菊花黄酮对急性心肌缺血的保护作用,发现滁菊总黄酮能显著抬高心电图J点,抑制急性心肌缺血,降低血清中LDH、CK活性及MDA含量,缩小心肌梗死范围,从而缓解心肌缺血程度,增加血清中SOD活性,保护机体免受氧自由基损伤,进而对急性心肌缺血起保护作用。此外,菊花醇提物能够延长心肌细胞的有效不应期动作电位产生,缓解大鼠心脏心律失常和易颤的作用,增加离体的心脏冠状动脉血流量和心肌收缩力,从而提高大鼠心脏电生理稳定性^[41-42]。

2.5 降血糖血脂作用

金丝皇菊在预防高血糖、高血脂等疾病方面有着良好的功效。胡洁芳^[43]在研究金丝皇菊降血糖的过程中发现,皇菊水溶性色素抑制物对 α -葡萄糖苷酶有很好的抑制作用,且具有量效关系,当抑制剂的量达到200 μL ,抑制率高达83.40%;而且纯化后与酶结合反应迅速,对 α -葡萄糖苷酶的抑制效果的 IC_{50} 值为0.307 $\text{mg}\cdot\text{mL}^{-1}$ 。菊花提取物一方面能修复受损的胰岛 β 细胞增加合成和释放胰岛素,延缓人体对碳水化合物的消化吸收,另一方面激活受体PPAR α ,增加Glut-2和GS蛋白的表达,促进肝脏对血中葡萄糖的摄取和糖原的合成,从而达到降低血糖血脂的目的^[44]。王淑静等^[45]发现野菊花总黄酮能改善脂质过氧化效果,降低动脉粥样硬化发生率。

2.6 肝的保护作用

刘引^[46]研究8种菊花水提物对酒精性肝损伤小鼠的保护作用,发现金丝皇菊能降低小鼠肝组织血清中AST和MDA的含量,提高肝组织中GSH和SOD的含量,菊花水提物对小鼠酒精性肝损伤的抵御能力更强,能缓解肝脏受酒精影响发生的病理变化。

菊花乙醇提取物和多糖能有效抑制脂质过氧化反应,保护受 CCl_4 诱导的小鼠肝损伤的细胞,提高肝组织SOD活性,降低ALT、AST和MDA含量,对抗自由基来保护肝细胞^[47]。毕跃琴等^[48]研究发现野菊花黄酮类化合物能协同肝蛋白合成功能的活性成分萜类化合物,增加肝细胞的免疫功能。

2.7 其他作用

菊花提取物还有美容美白、缓解疲劳和肠胃改善等多种保健功能。Wang等^[49]研究发现菊花黄酮中的香叶木素不仅抑制c-Kit信号通路磷酸化,且能抑制SCF/UVB诱导的黑色素生成。Nishina等^[50]研究发现菊花提取物中的绿原酸与金合欢素能作用于PC12细胞内SB203580酶,能微弱地刺激神经轴突的生长。菊花多糖还能促进肠道内有益菌群的生长,调节肠道内菌群的生态平衡,改善溃疡性结肠炎^[51]。

3 结语与展望

“长于平肝阳,益血润容”说明菊花药理作用多样,在中医临床应用广泛。金丝皇菊黄酮具有抗氧化、抗病毒、保护心血管等诸多活性;挥发油和绿原酸类成分有抑菌、消炎、抗肿瘤的药理作用。此外,有机酸类化合物是抗氧化物质的基础之一,菊花多糖对抗肿瘤也能起到重要作用。故金丝皇菊作为食药同源材料,具有抑菌消炎、抗肿瘤、降低血糖等功效,在开发保健食品或特殊医学用途配方食品方面具有很好的前景。但我国菊花品种繁多,资源广泛。目前,国内外学者对菊属植物贡菊、滁菊、杭菊及亳菊等的研究已经取得了不少进展,但品质较好的金丝皇菊只能用于观赏和茶饮,因此对金丝皇菊的化学成分和药理作用应加深探索,研发以金丝皇菊为主要材料的功能性保健用品和新药物,逐步加深金丝皇菊在菊花研究领域中的地位,让金丝皇菊的应用价值进一步提高。金丝皇菊中黄酮类化合物是药理作用研究的主要方向,萜类及其他成分物质也具有多种药理活性却鲜有报道,菊花萜类物质的研究可成为今后的研究重点,对新药物研发提供帮助,另外应加深菊花提取物作用机制的研究,以期在临床上进行推广应用。

参考文献:

- [1] 国家药典委员会. 中华人民共和国药典一部[M]. 北京: 中国医药科技出版社, 2015.

- [2] 黄振,柳志勇,王顺利,等.我国药用菊花品种资源调查与产业现状分析[J].中药材,2020,43(6):1325-1329.
- [3] 张会敏,陈睿,鲜小林.中国功能菊花的研究进展[J].中国农学通报,2022,38(14):38-46.
- [4] 孟洁.金丝皇菊多糖提取、分离、结构及益菌活性研究[D].天津:天津科技大学,2018.
- [5] 姜保平,许利嘉,王秋玲,等.菊花的传统使用及化学成分和药理活性研究进展[J].中国现代中药,2013,15(6):523-530.
- [6] 谢占芳,张倩倩,朱凌佳,等.菊花化学成分及药理活性研究进展[J].河南大学学报(医学版),2015,34(4):290-300.
- [7] 陈文华,郑晓文,王飞,等.天蒙山皇菊挥发油的化学成分 SPME-GC-MC 分析[J].山东科学,2017,30(6):15-21.
- [8] 胡文杰,邱修明,曾建军,等.皇菊不同部位挥发油化学成分比较分析[J].天然产物研究与开发,2015,27(7):1187-1193.
- [9] 周衡朴,任敏霞,管家齐,等.菊花化学成分、药理作用的研究进展及质量标志物预测分析[J].中草药,2019,50(19):4785-4795.
- [10] 王君,陈新,高文彬,等.响应面法优化超声辅助提取金丝皇菊多糖工艺及生理活性研究[J].中国食品添加剂,2022,33(2):100-109.
- [11] 陆颖,任爱荣,李厚兵,等.野菊花多糖的分离纯化及化学组成研究[J].中国实验方剂学杂志,2013,19(1):139-143.
- [12] ZHENG C, DONG Q, DU Z, et al. Structural elucidation of a polysaccharide from *Chrysanthemum morifolium* flowers with anti-angiogenic activity [J]. International Journal of Biological Macromolecules, 2015, 79(1): 674-680.
- [13] 刘玉珊,许震寰,刘静,等.皇菊的有益成分含量及其可食用性分析[J].安徽农业科学,2014,42(31):10905-10906.
- [14] 詹歌,孙梦媛,李军,等.不同产地 5 种菊花氨基酸组成分析及营养价值评价[J].安徽农业大学学报,2019,46(6):908-914.
- [15] 李曦,郭灵安,雷欣宇,等.金丝皇菊的营养成分分析与评价[J].现代食品科技,2019,35(11):237-241,260.
- [16] 郝春影,朱思斯,史怡冰,等.不同产地菊花中黄酮类及三萜类成分的含量比较[J].中医药信息,2012,29(1):24-27.
- [17] AKIHISA T, FRANZBLAU S G, UKIYA M, et al. Antitubercular activity of triterpenoids from Asteraceae flowers [J]. Edible Medicinal And Non-Medicinal Plants, 2005, 28(1): 158-160.
- [18] UKIYA M, AKIHISA T, TOKUDA H, et al. Constituents of compositae plants: III. Anti-tumorpromoting effects and cytotoxic activity against human cancer cell lines of triterpene diols and triols from edible *Chrysanthemum* flowers [J]. Cancer Letters, 2002, 177(1): 7-12.
- [19] UKIYA M, AKIHISA T, YASUKAWA K, et al. Constituents of compositae plants 2. Triterpene diols, triols, and their 3-O-fatty acid esters from edible *Chrysanthemum* flower extract and their anti-inflammatory effects [J]. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 2001, 49(7): 3187-3197.
- [20] 张晓媛,段立华,赵丁.菊花化学成分及药理作用的研究[J].时珍国医国药,2008(7):1702-1704.
- [21] 杜憬生,吴立群,刘敬功,等.基于 UPLC-Q-TOF-MS 技术的菊花化学成分快速分析[J].中药材,2017,40(3):621-623.
- [22] LIN L Z, HARNLY J M. Identification of the phenolic components of chrysanthemum flower (*Chrysanthemum morifolium* Ramat) [J]. Food Chemistry, 2010, 120(1): 319-326.
- [23] 潘立超.金丝皇菊醇提物分离、结构分析及抗氧化活性研究[D].天津:天津科技大学,2018.
- [24] AKIHISA T, TOKUDA H, KASAHARA Y, et al. Inhibitory effect of taraxastane-type triterpenes on tumor promotion by 12-O-tetradecan oylphorbol-13-acetate in two-stage carcinogenesis in mouse skin [J]. Oncology, 1996, 53(4): 341-344.
- [25] YASUKAWA K, AKIHISA T, KASAHARA Y, et al. Inhibitory effect of heliantheol C: a component of edible *Chrysanthemum*, on tumor promotion by 12-O-tetradecan oylphorbol-13-acetate in two-stage carcinogenesis in mouse skin [J]. Phytomedicine, 1998, 5(3): 215-218.
- [26] 林忠宁,林育纯,SHEN H M, et al. 毒性和凋亡的研究[J].中草药,2002(10):47-50.
- [27] 郝亚成,陈云,李文治,等.菊花多糖的抗氧化及抗肿瘤活性研究[J].粮食与油脂,2017,30(5):75-80.
- [28] 张涛.杭白菊提取物体外抗肿瘤作用研究[D].杭州:浙江大学,2009.
- [29] 魏强强,殷娉娉,周湖燕,等.野菊花总黄酮对人骨肉瘤 Saos-2 细胞增殖和凋亡的影响[J].中药材,2013,36(11):1823-1827.
- [30] XIE Y Y, YUAN D, YANG J Y, et al. From the flowers of *Chrysanthemum morifolium* on human colony cancer colony 205 cells [J]. Journal of Asian Natural Products Research, 2009, 11(9-10): 771-778.
- [31] 范灵婧,倪鑫炎,吴纯洁,等.菊花多糖的结构特征及其对 NF- κ B 和肿瘤细胞的活性研究[J].中草药,2013,44(17):2364-2371.
- [32] 金沈锐,祝彼得,秦旭华.野菊花注射液对人肿瘤细胞 SMMC7721、PC3、HL60 增殖的影响[J].中药药理与临床,2005(3):39-40.
- [33] RAHMAN M A A, MOON S S. Antimicrobial phenolic derivatives from *Dendranthema zawadskii* var. *latilobum* kitamura (Asteraceae) [J]. Archives of Pharmacal Research, 2007, 30(11): 1374-1379.
- [34] 瞿璐,王涛,董勇喆,等.菊花化学成分与药理作用的研究进展[J].药物评价研究,2015,38(1):98-104.
- [35] 胡文杰,许樟润,鲁思情,等.皇菊花发育过程中挥发油化学成分及其抗氧化活性的研究[J].植物研究,2016,36(6):942-948.
- [36] 谭林燕,刘潭,陈丽芬,等.皇菊叶总黄酮的提取工艺及其抗氧化作用研究[J].宜春学院学报,2016,38(9):13-16.
- [37] 白银亮,田新慧,毕跃峰,等.野菊花水提液对豚鼠离体回肠收缩的影响及抑菌作用观察[J].郑州大学学报(医学版),2012,47(1):85-88.
- [38] 周志娥,罗秋水,熊建华,等.绿原酸、异绿原酸 A 对大肠杆菌的抑菌机制[J].食品科技,2014,39(3):228-232.
- [39] 刘倩宏,魏杰,吴文容,等.杭白菊醇提液对两种细菌抑制

- 作用的研究[J]. 吉林农业科技学院学报, 2015, 24(1): 15-18.
- [40] 俞浩, 周国梁, 刘汉珍, 等. 滁菊总黄酮对大鼠急性心肌缺血保护作用的实验研究[J]. 食品工业科技, 2012, 33(13): 352-354, 358.
- [41] 张玮, 叶治国, 崔洁, 等. 杭白菊乙酸乙酯提取物对大鼠实验性心律失常的影响及其机制[J]. 浙江大学学报(医学版), 2009, 38(4): 377-382.
- [42] HE D X, RU X C, WEN L, et al. Total flavonoids of Flos *Chrysanthemi* protect arterial endothelial cells against oxidative stress [J]. Journal of Ethnopharmacology, 2012, 139(1): 68-73.
- [43] 胡洁芳. 皇菊水溶性色素纯化、成分分析及其体外 α -葡萄糖苷酶抑制活性研究[D]. 南昌: 江西农业大学, 2016.
- [44] 尚翔. 菊花提取物对小鼠的降血糖作用及其机制研究[D]. 苏州: 苏州大学, 2015.
- [45] 王淑静, 李源馨. 野菊花总黄酮降血脂作用的实验研究[J]. 现代食品, 2017(3): 123-125.
- [46] 刘引. 不同菊花种质资源农艺性状、化学成分和药理作用比较研究[D]. 武汉: 湖北中医药大学, 2020.
- [47] WANG P, PAN X, CHEN G, et al. Increased exposure of vitamin A by *Chrysanthemum morifolium* Ramat extract in rat was not via induction of CYP1A1, CYP1A2, and CYP2B1 [J]. Journal of Food Science, 2012, 77(6): 121-127.
- [48] 毕跃琴, 叶玉廷, 王洋洋, 等. 野菊花不同萃取部位对肝损伤小鼠肝细胞蛋白合成及小鼠免疫功能的影响[J]. 郑州大学学报(医学版), 2013, 48(6): 720-724.
- [49] WANG Y J, YANG X W, GUO Q S, et al. Optimization of the extraction conditions and simultaneous quantification of six flavonoid glycosides in Flos *Chrysanthemum* by RP-LC[J]. Chromatographia, 2009, 70: 109-161.
- [50] NISHINA A, KIMURA H, TSUKAGOSHI H, et al. Neurite outgrowth in PC12 cells stimulated by components from *Dendranthema grandiflorum* cv. "Mottenohoka" is enhanced by suppressing phosphorylation of p38MAPK [J]. Evidence-based Complementary and Alternative Medicine, 2013(3): 403503-403512.
- [51] TAO J H, DUAN J A, JIANG S, et al. Polysaccharides from *Chrysanthemum morifolium* Ramat. ameliorate colitis rats by modulating the intestinal microbiota community [J]. Oncotarget, 2017, 8(46): 80790-80803.

Research Progress on the Chemical Constituents and Pharmacological of Imperial *Chrysanthemum*

YANG Mengyu, SONG Yiqian, WANG Degang, YANG Yifan, TANG Yuwei, XU Linyun

(Institute of Agricultural Science of Fourth Division of Xinjiang Production and Construction Corps, Kekedala 835000, China)

Abstract: Imperial *Chrysanthemum* is an important traditional Chinese medicinal material for both medicine and food. It mainly contains medicinal ingredients such as flavonoids, volatile oils, terpenes and organic acids with high medicinal value. At present, as people pay more and more attention to the dual use of imperial *Chrysanthemum*, the medicinal components of golden silk emperor Imperial *Chrysanthemum* have also been studied in depth. In order to deepen the status of Imperial *Chrysanthemum* in the field of *Chrysanthemum* research and further improve the application value of Imperial *Chrysanthemum*. This paper systematically summarized its research progress from the aspects of its chemical composition and pharmacological activity. The flavonoids in Imperial *Chrysanthemum* were are the main direction of pharmacological research, and the terpenes and other components also had a variety of pharmacological activities. In the future, we can strengthen the research on the terpenoids of *Chrysanthemum* and the mechanism of action of *Chrysanthemum* extract.

Keywords: Imperial *Chrysanthemum*; chemical composition; pharmacological activities

欢迎订阅