

# 野菊花化学组分杀菌、消炎、抗氧化的研究现状、问题及对策

王紫薇<sup>1</sup>, 潘戴晨<sup>1</sup>, 徐颂文<sup>2</sup>, 蒋细旺<sup>1\*</sup>

<sup>1</sup>江汉大学生命科学学院, 湖北 武汉

<sup>2</sup>麻城大别花乡菊业股份有限公司, 湖北 麻城

收稿日期: 2024年2月27日; 录用日期: 2024年3月12日; 发布日期: 2024年5月14日

## 摘要

野菊花是菊科菊属多年生草本植物野菊的头状花序, 具有显著杀菌消炎抗氧化的作用。发挥这些药理作用的化学成分主要来源于野菊花挥发油、黄酮类化合物、水提取物等, 本文对野菊花化学组分的杀菌消炎抗氧化作用做简要的归纳总结, 为野菊花在研究及实际应用中提供部分参考。

## 关键词

野菊花, 化学组分, 杀菌, 消炎, 抗病毒

# Current Research Status, Problems, and Strategies on the Antibacterial, Anti-Inflammatory, and Antioxidant Properties of Chemical Components in Wild Chrysanthemum

Ziwei Wang<sup>1</sup>, Daichen Pan<sup>1</sup>, Songwen Xu<sup>2</sup>, Xiwang Jiang<sup>1\*</sup>

<sup>1</sup>College of Life Science, Jiangnan University, Wuhan Hubei

<sup>2</sup>Macheng Dabie Huaxiang Chrysanthemum Co., Ltd., Macheng Hubei

Received: Feb. 27<sup>th</sup>, 2024; accepted: Mar. 12<sup>th</sup>, 2024; published: May 14<sup>th</sup>, 2024

\*通讯作者。

文章引用: 王紫薇, 潘戴晨, 徐颂文, 蒋细旺. 野菊花化学组分杀菌、消炎、抗氧化的研究现状、问题及对策[J]. 药物化学, 2024, 12(2): 132-139. DOI: 10.12677/hjmce.2024.122015

## Abstract

Wild chrysanthemum is the head inflorescence of the perennial herbaceous plant of the genus *Chrysanthemum* in the Asteraceae family, which has significant bactericidal, anti-inflammatory, and antioxidant effects. The chemical components that exert these pharmacological effects mainly come from the volatile oil, flavonoids, and water extracts of wild chrysanthemum. This article briefly summarizes the antibacterial, anti-inflammatory, and antioxidant effects of the chemical components of wild chrysanthemum, providing some reference for the research and practical application of wild chrysanthemum.

## Keywords

Wild Chrysanthemum, Chemical Composition, Sterilization, Anti inflammation, Antiviral

Copyright © 2024 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

## 1. 引言

野菊花(*Chrysanthemum indicum*)与菊花(*Chrysanthemum morifolium*)为同属不同种的近缘植物,在湖北、安徽、湖南、贵州、四川等全国各地分布较广,其性寒味苦,民间百姓多用野菊花泡茶。明·李时珍《本草纲目》[1]中称野菊花有“利五脉、调四肢,治头风热、脑骨肿痛、养目血、去翳膜、主肝气不足”功效;《现代实用中药》[2]中称野菊花“用于痈疽疗肿化脓病”;近几年的研究更是表明了野菊花具有抑菌、清除自由基、抗氧化、抗病毒等作用[3] [4] [5]。野菊花提取物作为天然提取物相比于抗炎效果较好的甾体类、皮质类固醇等化学药物来说毒性更低,那么野菊花的研究对于临床医学来说更加具有意义。本文将对野菊花的杀菌消炎抗病毒研究现状进行简要的概述,并对野菊花在医药应用上所存在的问题进行总结。

野菊花提取物主要包含野菊花挥发油、黄酮类化合物、水或有机溶剂粗提取物等,详见表 1。

Table 1. Main extracts of wild chrysanthemum

表 1. 野菊花主要提取物

提取物种类 Extract Type	主要化学成分 Main Chemical Components	作用 Role	参考文献 References
挥发油	萜烯类、芳樟醇、桉叶素、香叶醇、薄荷醇、甲基丁香酚(丁香酚)等	抗菌、抗炎、抗氧化等作用	[6] [7]
黄酮类化合物	黄酮、黄烷醇、黄酮醇、黄烷酮、异黄酮、花青素等	抗氧化、抗炎、抗癌、心血管保护等作用	[8] [9]
水粗提取物	多糖类、氨基酸、有机酸、维生素、黄酮类化合物、矿物质等	抗炎、抗氧化、免疫调节和保护心血管等作用	[10]
有机溶剂粗提取物	苯甲酸衍生物、脂肪酸、甾体和三萜、生物碱、萜烯类和挥发油、黄酮类化合物等	抗氧化、抗炎、抗菌、调节免疫系统、抗癌等作用	[11]

## 2. 野菊花挥发油的杀菌消炎抗氧化药理作用

挥发油作为野菊花提取物中的核心有效组分, 展现了其在杀菌、消炎及抗氧化方面的显著作用。据相关研究表明, 单萜烯类、倍半萜烯类及其含氧衍生物对于抗菌与抗炎特别有效[12] [13], 主要针对革兰氏阳性菌以及其他多种致病性细菌引起的感染表现出强效作用。在挥发油的成分中, 1,8-桉叶素[14]和蒎烯的含量较高, 它们不仅有较强的抗炎作用, 也助于祛痰, 而丁香烯则显示出缓解哮喘的功能, 被认为是治疗老年性慢性支气管炎的有效成分之一[15]。此外, 樟脑、龙脑及石竹烯氧化物等成分, 被发现具有促进透皮吸收、杀虫及止痒的效果[16] [17], 其中石竹烯氧化物还展示了杀菌与抗炎的双重作用[16]。4-松油醇也被证实具有杀虫和抑菌的效果[18] [19]。

野菊花挥发油成分复杂, 具有特殊香味, 且不同地区野菊花挥发油成分含量差异较大。喻明洁等人[20]以云南、贵州、重庆、四川的野菊花为实验材料, 采用水蒸气蒸馏法提取挥发油, 气质联用仪测得这四个地区野菊花挥发油共含有 77 种化合物, 共有成分有石竹烯、内冰片、石竹烯氧化物、2-蒎酮、反式-乙酸菊酯、桃金娘烯醇、乙酸异龙脑酯、(E)- $\beta$  金合欢烯、刺柏脑等 16 种成分, 贵州地区的野菊花挥发油提取率最高 0.6%, 重庆、四川较低为 0.3%。刘瑜霞等人[21]以恩施野菊花为实验材料, 水蒸气蒸馏得到挥发油, 利用气质联用仪测出 64 种挥发性成分, 主要成分左旋樟脑 4.64%、姜黄烯 7.60%、石竹氧化烯 10.29%、棕榈酸 3.67%、亚油酸 3.02%、十二烷 3.89%。宋丽等人[22]利用索氏提取法提取长白山野菊花精油, 再通过气质联用鉴定出 43 种物质,  $\alpha$ -香树精(9.02%)、石竹素(5.28%)、反式-松香芹醇(4.98%)、 $\alpha$ -柏木烯(4.38%)、1,4-桉叶素(4.03%)、红没药醇(3.89%)、右旋樟脑(3.76%)、 $\beta$ -谷甾醇(3.65%)、 $\beta$ -倍半水芹烯(3.59%)、香柏酮(3.59%)、异龙脑(3.28%)、乙酸龙脑酯(3.18%)、桉叶油素(3.17%)、雪松醇(3.02%)、五十四烷(2.67%)、琥珀缩醛(2.10%)、植物甾醇(2.06%)。野菊花挥发油的成分差异意味着挥发油可以在多个领域内展现其独特的效益。首先, 成分的多样性增加了挥发油在医疗健康领域的应用范围, 包括但不限于具有抗菌、抗炎、抗氧化、祛痰和平喘等多重生物活性[23] [24]。这种广泛的生物活性使得野菊花挥发油可以用于治疗和预防各种疾病, 如呼吸系统疾病、皮肤感染以及慢性炎症等[25]。其次, 成分的差异性为科研提供了丰富的研究材料, 有助于深入探究不同成分的具体作用机制及其在不同疾病中的潜在治疗价值。这可能导致新药物的开发, 以及现有治疗方法的改进和优化。最后, 成分的差异性也为定制化产品和个性化医疗提供了可能。不同的成分可以根据个体的具体需求和偏好进行组合和调配, 以达到最佳的治疗和保健效果。

研究表明, 野菊花挥发油展现了显著的抗菌和抗炎活性。具体而言, 该挥发油对多种植物和人类病原体表现出不等程度的抑制效果。张知侠等人[26]用水蒸气蒸馏法从野菊花中分离出挥发油, 将挥发油作用于辣椒疫霉病菌、番茄早疫病菌、水稻稻瘟病菌、玉米大斑病菌、棉花立枯病菌、小麦纹枯病菌、黄瓜炭疽病菌、苹果炭疽真菌、小麦赤霉病菌、番茄叶霉病菌、番茄灰霉病菌, 利用生长速率法, 得出野菊花挥发油对多数病菌有抑制性, 其中对小麦纹枯病菌的抑制率最高 95%, 对番茄叶霉病菌、玉米大斑病菌也有较高的抑制率 80%。喻明洁等人[20]以云南、贵州、重庆、四川的野菊花为材料, 通过水蒸气蒸馏法得到野菊花挥发油, 利用这四个地区的野菊花挥发油对鲍曼不动杆菌、金黄色葡萄球菌、表皮葡萄球菌、铜绿假单胞菌进行了抗菌实验, 发现云南地区的野菊花挥发油对表皮葡萄球菌有较好的抑制, 四川地区的野菊花挥发油对鲍曼不动杆菌、金黄色葡萄球菌的抑制效果最好。

蒋征奎等人[27]用昆明种小鼠来探究野菊花挥发油抗炎作用, 设置了六组, 分别是利用二甲苯诱导小鼠组织器官肿胀、在小鼠腋窝下植入无菌棉球作为肿胀肉芽的模型组, 正常组, 阿司匹林阳性对照组, 野菊花挥发油  $0.8 \text{ g}\cdot\text{kg}^{-1}$ 、 $0.4 \text{ g}\cdot\text{kg}^{-1}$ 、 $0.2 \text{ g}\cdot\text{kg}^{-1}$  的高、中、低剂量组。对小鼠连续多天给药, 结果显示与正常组比较, 模型组小鼠耳、足趾肿胀明显, 棉球肉芽肿明显, 均有显著差异; 与模型组比较, 野菊花

挥发油高、中、低剂量对小鼠的耳、足趾肿胀、棉球肉芽肿均有明显的抑制作用，且随着挥发油剂量的变高对小鼠耳、足趾肿胀、棉球肉芽肿的抑制作用较好，对小鼠耳肿胀抑制率为 76.6%，对小鼠足趾肿胀抑制率为 69.43%，对小鼠棉球肉芽肿抑制率为 63.48%，均与阿司匹林作用相当。这些发现强调了野菊花挥发油作为潜在的自然抗菌和抗炎剂的价值。

综上所述，野菊花挥发油的这些特性不仅彰显了其在传统草药学中的价值，也为现代医学和其他相关领域提供了一个有价值的研究和应用对象。其丰富的生物活性成分为开发新的药物、保健品和化妆品等提供了可能，同时也促进了对野菊花更深层次研究的兴趣。

### 3. 野菊花黄酮类物质的杀菌消炎抗氧化药理作用

黄酮类成分被认为是野菊花重要药效组分之一，黄酮类化合物在植物体中通常与糖结合成苷类，小部分以游离态(苷元)的形式存在，它在植物的生长、发育、开花、结果以及抗菌防病等方面起着重要的作用[28] [29] [30] [31]。黄酮类化合物是强大的自由基清除剂，能够中和自由基，减少氧化应激，从而保护细胞免受损害[32]。如预防心血管疾病、某些类型的癌症和神经退行性疾病[33] [34]。

野菊花中的黄酮类化合物，尤其是蒙花苷、绿原酸、异绿原酸和木犀草苷等，展现了显著的生物活性，包括抗菌、抗炎和改善代谢性疾病状况[35] [36] [37]。研究发现，这些化合物的效果受到提取方法和地理来源的影响，表明采用优化的提取技术可以提高黄酮类化合物的得率。豆佳媛等人[38]利用超声波辅助提取法在乙醇作为提取液的前提下，40%乙醇与野菊花的料液比为 50:1 (mL/g)，提取温度 35℃，提取时间 1 h，提取功率 480 W 时，得到野菊花中总黄酮含量最高为 43.71 mg/g。孙平等[39]利用超声波辅助低共溶剂提取法在氯化胆碱和 1,4-丁二醇制备含水量为 28% 低共熔溶剂的前提下，料液比 1:25 g/mL，提取温度 65℃，提取时间 38 min，超声功率 480 W 时，在野菊花中提取到的总黄酮含量最高达到 62.16 mg/g。杨勇，魏民，严露等[40]利用超声提取法在乙醇作为提取液的前提下，乙醇浓度 70%，乙醇与野菊花的料液比为 1:120，超声提取 40 min 时，野菊花总黄酮提取率达到 3%。

黄酮类化合物能够抑制炎症介质的产生和释放，如前列腺素和白介素。它们通过干预细胞信号传递途径，如抑制核因子  $\kappa$ B (NF- $\kappa$ B) 的激活，来减少炎症。Yang 等人[41]通过建立急性胰腺炎动物和细胞模型，ELISA 法检测炎症因子，Western Blotting 检测蛋白表达，在经过野菊花总黄酮治疗后的大鼠炎症有了明显缓解，证明野菊花黄酮类化合物可以通过抑制血清淀粉酶、髓过氧化物酶、胰腺组织的含水量、炎症水平、细胞凋亡和 NF- $\kappa$ B 信号通路激活来显著抑制急性胰腺炎。

野菊花中的黄酮可以直接作用于细菌，破坏其细胞壁或细胞膜，干扰其代谢途径，从而抑制细菌生长或直接杀死细菌。刘佳[42]将野菊花黄酮溶液分别作用于酿酒酵母、根霉、黑曲霉、枯草芽孢杆菌、金黄色葡萄球菌、大肠杆菌和沙门氏菌，通过对其最低抑菌浓度进行测试，发现野菊花黄酮溶液对酿酒酵母、根霉、黑曲霉、枯草芽孢杆菌均有较好的抑制效果，其中对酿酒酵母的最低抑制浓度为 6.25%，对黑曲霉、枯草芽孢杆菌的最低抑制浓度为 12.55%。

蒙花苷(C<sub>28</sub>H<sub>32</sub>O<sub>14</sub>)属于野菊花中活性最高的黄酮类成分，在中国药典中蒙花苷被作为野菊花质量控制指标成分，Zhuang 等人[43]利用喂养高脂高胆固醇饲料来诱导大鼠的非酒精性脂肪性肝炎建立动物模型，通过对非酒精性脂肪性肝炎小鼠喂养普通饲料、高脂高糖饲料、添加富含蒙花苷的野菊花提取物的高糖高脂饲料，发现高剂量的提取物能够降低小鼠血清谷草转氨酶(AST)和谷丙转氨酶(ALT)的活性，从而有效的改善非酒精性脂肪性肝炎小鼠的炎症和损伤。Yang 等人[44]利用蒙花苷处理镉暴露骨骼变形的小鼠，发现蒙花苷可以预防镉暴露小鼠的体重下降、骨碱性磷酸酶以及血清钙和磷水平升高，通过降低脂质过氧化物来降低镉暴露小鼠的抗氧化酶活性，从而抑制小鼠骨骼中的炎症保护小鼠骨骼。王春阳等人[45]利用肠道病毒 71 型建立体外感染实验模型，用蒙花苷处理感染了肠道病毒 71 型的 Vero 细胞，然

后检测细胞活力以及细胞上清液中炎症因子 IL-1 $\beta$ 、IL-6、IL-8 mRNA 的分泌情况,发现蒙花苷确实有降低 IL-1 $\beta$ 、IL-6、IL-8 mRNA 的分泌作用,从而激发细胞的抗炎作用。这些发现强调了野菊花黄酮类化合物在开发新型抗炎和抗菌药物方面的潜在价值。

#### 4. 野菊花粗提物质的杀菌消炎抗氧化药理作用

野菊花粗提物质通常是指从野菊花中提取的一种或多种化合物,这些化合物可能包括萜类、酚酸等多种生物活性物质,其杀菌、消炎和抗氧化作用主要源于其丰富的生物活性成分[46]。

酚酸等抗氧化成分能够清除自由基,保护细胞免受氧化损伤。这种抗氧化作用有助于防止细胞早期衰老和一些慢性疾病的发生。Kang 等人[11]测定了不同浓度乙醇野菊花提取物的抗氧化和抗炎活性。其中 30% 和 70% 乙醇野菊花提取物中总多酚含量最高,分别为 59.70 mg/g 和 61.35 mg/g。70% 乙醇野菊花提取物对 DPPH 自由基清除(RC50 14.95  $\mu\text{g/mL}$ )和 ABTS + 自由基(RC50 42.28  $\mu\text{g/mL}$ )清除能力最强。采用一氧化氮(NO)抑制试验探究了不同乙醇浓度野菊花提取物的抗炎作用,在 LPS 诱导的 RAW 264.7 细胞中,当 30% 乙醇野菊花提取物浓度为 200  $\mu\text{g/mL}$  时,能够明显的抑制一氧化氮(NO)产生。

野菊花粗提物和其他抗炎化合物能够抑制炎症介质的产生和释放,如通过减少前列腺素的合成,降低炎症反应。这使得野菊花粗提物质在治疗各种炎症性疾病中具有潜在的应用价值。熊鑫等人[10]通过建立脂多糖(LPS)诱导的细胞模型,研究野菊花水提液抗炎活性的作用及机制。检测不同浓度野菊花水提液对细胞活性的影响,分别用 50  $\mu\text{g}\cdot\text{mL}^{-1}$ 、100  $\mu\text{g}\cdot\text{mL}^{-1}$ 、200  $\mu\text{g}\cdot\text{mL}^{-1}$  的野菊花水提液作用于各组细胞,然后测定各组细胞中一氧化氮(NO)和肿瘤坏死因子- $\alpha$  (TNF- $\alpha$ )、白细胞介素-6 (IL-6)的释放量,结果表明 50~200  $\mu\text{g}\cdot\text{mL}^{-1}$  的野菊花水提液可显著降低 LPS 诱导细胞中 NO、TNF- $\alpha$  和 IL-6 的合成,并减少了 COX-2 和 iNOX mRNA 的表达量、下调总的 NF- $\kappa$ B p65、p-I $\kappa$ B- $\alpha$ 、细胞核 NF- $\kappa$ B p65 的蛋白相对含量,说明野菊花水提液可有效抑制 LPS 诱导细胞的炎症。

尽管野菊花粗提物质在实验研究中显示出上述生物活性,但需要更多的临床研究来确认这些作用在人体内的效果和安全性。此外,提取物的具体作用可能还依赖于提取方法、提取物的具体组成以及使用剂量等因素。

#### 5. 野菊花在应用中的实际问题及对策

通过现有的研究可以知道野菊花具有广谱的杀菌、消炎、抗氧化、抗病毒等作用,是开发中成药的优良材料,但野菊花体内所含成分复杂,除了不同产地导致了野菊花内含物的差异,提取方式的差异也会导致最后得到的成分有所不同,除了可以浸泡提取溶于水的物质、溶于有机溶剂的物质,还有很多存在于挥发油中的脂溶性物质等,由于存在这些差异最终导致在实际应用中的效果也会有所不同。喻明洁等人[20]通过对云南、贵州、重庆、四川的野菊花的挥发油采用气质连用的方法,得到每个地区的挥发油所含成分差异较大,云南地区野菊花挥发油鉴定出 44 种成分,重庆地区野菊花挥发油鉴定出 39 种成分,贵州地区野菊花挥发油鉴定出 38 种成分、四川地区野菊花挥发油鉴定出 43 种成分。杨林松等人[47]将野菊花等复方中药的水煎液作用于大肠杆菌,发现具有很好的抗大肠杆菌的效果。谭文影等人[48]以野菊花的鲜品与蒸制品为实验材料,采用稀释法、纸片法等对金黄色葡萄球菌、链球菌、痢疾杆菌进行抑菌试验,得出鲜品醇提物对金黄色葡萄球菌有较好的抑制性,鲜品挥发油对链球菌和痢疾杆菌有较好的抑制效果。综上,在野菊花的开发应用上应针对不同的需求采用不同的加工方式、选择不同地区的野菊花材料都是非常必要的。

除了对野菊花单体纵向深入研究外,将野菊花与其他植物协同横向研究也是很有必要的。Huang [49] 等人将干燥的野菊花乙醇粗提物作用于 RAW 264.7 细胞中,其体外实验表明野菊花乙醇粗提物具有清除

自由基能力, 减少脂多糖(LPS)诱导的细胞内活性氧的产生, 并降低 LPS 诱导的 RAW 264.7 细胞中一氧化氮合成酶(iNOS)、环氧合酶-2 (COX-2)和白细胞介素-6 (IL-6) mRNA 的表达, 且没有明显的细胞毒性。当野菊花乙醇粗提物浓度为 100 ug/mL 时, 显著降低了 LPS 诱导的 iNOS 和 COX-2 的合成。此外, 低至 1.0  $\mu\text{g/ml}$  的野菊花和柘树果实的乙醇组合提取物减少了 LPS 诱导的变化, 降低了 iNOS 和 IL-6 的合成, 通过对该细胞 NF- $\kappa$ B p65 的核定位, 观察到的协同抗炎作用可能是通过抑制 NF- $\kappa$ B 信号传导来介导的, 这说明野菊花在与其他植物协同作用下效果更好。

随着现代生物学理论的推进、实验技术的创新, 我们对野菊花的研究不仅仅只限于成分的检测, 也做了很多抑菌抗病毒等试验, 大部分都是体外细胞试验、小鼠动物试验, 通过对细胞外形或者是动物生理指标检测来证明野菊花的药理作用。但是野菊花成分复杂, 具体物质分离技术有限, 导致我们现有的研究主要以一类物质作为研究对象, 不能将单个物质分离出来, 如果能够将物质分离出来进行单独的实验, 那么野菊花的药理作用也更加直观有说服力。野菊花作为绿色植物天然产物, 相比于化学药品对细胞毒害作用更低, 那么在临床使用中可以更大程度的减少药物带来的副作用, 使用更加安全, 综上, 对于野菊花的深入研究是非常有必要的。

## 基金项目

麻城大别花乡菊业股份有限公司蒋细旺菊花专家工作站项目(鄂科协函[2021] 76 号); 武汉花卉(菊花)工程技术研究中心项目(2013021005010466); 国家花卉工程技术研究中心菊花创新中心项目(国花发[2021] 11 号)。

## 参考文献

- [1] (明)李时珍, 著. 朱斐译, 注. 本草纲目[M]. 南昌: 二十一世纪出版社, 2017: 348.
- [2] 叶橘泉. 现代实用中药[M]. 北京: 中国中医药出版社, 2015.
- [3] Hang, T.N., Hang, T.N. and Phuong, N. (2023) Optimization of  $\beta$ -Cyclodextrin-Assisted Extraction of Apigenin and Luteolin from *Chrysanthemum indicum* L. Using Response Surface Methodology Combined with Different Optimization Algorithms and Evaluation of Its Antioxidant Capacity. *Chemistry Biodiversity*, **20**, e202300873. <https://doi.org/10.1002/cbdv.202300873>
- [4] Xue, J.F., Zhao, C.G., Pan, H., et al. (2022) Two New Guaianolide-Type Sesquiterpenoids with NO Inhibitory Activity from *Chrysanthemum indicum*. *Journal of Asian Natural Products Research*, **25**, 316-323. <https://doi.org/10.1080/10286020.2022.2091991>
- [5] Nabende, Y.W., Kyunglyung, K. and Hahn, D. (2021) Antibacterial and Anti-Oxidant Compounds of the Whole Parts of *Chrysanthemum zawadskii* var. *Latilobum*. *Proceedings of the Academic Conference of the Korean Food Nutrition Science Association*, **19**, 569.
- [6] 张永明, 黄亚非, 陶玲, 等. 不同产地野菊花挥发油化学成分比较研究[J]. 中国中药杂志, 2002, 27(4): 265-267.
- [7] 钟灵允, 曾佳恒, 刘巧, 等. 野菊花挥发油组成分析及其抗菌活性研究[J]. 成都大学学报(自然科学版), 2018, 37(4): 373-376.
- [8] Wu, X.L., Li, C.W., Chen, H.M., et al. (2013) Anti-Inflammatory Effect of Supercritical-Carbon Dioxide Fluid Extract from Flowers and Buds of *Chrysanthemum indicum* Linné. *Evidence-Based Complementary and Alternative Medicine*, **2013**, Article ID: 413237. <https://doi.org/10.1155/2013/413237>
- [9] 张金杰, 吕文文, 翁远超, 等. 野菊花中黄酮类成分的抗菌活性及指纹图谱[J]. 国际药学研究杂志, 2013, 40(6): 807-812. <https://doi.org/10.13220/j.cnki.jipr.2013.06.017>
- [10] 熊鑫, 黄传奇, 程璐. 野菊花水提物对 RAW264.7 炎症细胞模型的抗炎作用及其机制[J/OL]. 医药导报, 1-14. <https://link.cnki.net/urlid/42.1293.R.20240117.1546.002>, 2024-02-21.
- [11] Kang, H., Park, C., Kwon, S. and Lee, S.G. (2021) Antioxidant and Anti-Inflammatory Activities of *Chrysanthemum indicum* Linne Extracts at Different Ethanol Ratios. *Korean Journal of Food Science and Technology*, **53**, 416-422.
- [12] 余科义, 薄新党, 王文辉. 大别山野菊花挥发油的成分及抗菌活性[J]. 食品工业, 2021, 42(7): 52-56.

- [13] 钟灵允, 曾佳恒, 刘巧, 等. 野菊花挥发油组成分析及其抗菌活性研究[J]. 成都大学学报(自然科学版), 2018, 37(4): 373-376.
- [14] 尹晓燕, 王燕燕. 1, 8-桉叶素药理作用及其机制研究进展[J]. 生命的化学, 2020, 40(11): 2026-2034.
- [15] Vainer, Y., Wang, Y.L., Huff, R.M., *et al.* (2023) The Evolution of Borneol Repellency in Culicine Mosquitoes. *bioRxiv*.
- [16] Armenuhi, M., Lilya, P., Gohar, S., *et al.* (2022) Antinociceptive, Anti-Inflammatory, and Cytotoxic Properties of *Origanum vulgare* Essential Oil, Rich with  $\beta$ -Caryophyllene and  $\beta$ -Caryophyllene Oxide. *The Korean Journal of Pain*, **35**, 140-151. <https://doi.org/10.3344/kjp.2022.35.2.140>
- [17] 李思琪, 江芊, 黄英, 等. 不同产地龙脑樟枝叶化学成分分析及体外抑菌研究[J]. 热带作物学报, 2023, 44(5): 1011-1022.
- [18] Huang, X., Du, L.J., Liu, T.T., *et al.* (2022) Insecticidal Activity of a Component, (-)-4-Terpineol, Isolated from the Essential Oil of *Artemisia lavandulaefolia* DC. against *Plutella xylostella* (L.). *Insects*, **13**, Article 1126. <https://doi.org/10.3390/insects13121126>
- [19] Zhao, L.P., Wang, H.J., Hu, D., *et al.* (2023)  $\beta$ -Elemene Induced Ferroptosis via TFEB-Mediated GPX4 Degradation in EGFR Wide-Type Non-Small Cell Lung Cancer. *Journal of Advanced Research*.
- [20] 喻明洁, 冯伟, 熊丽蓉, 等. 西南地区野菊花挥发油主要成分和抗菌活性研究[J]. 中南药学, 2019, 17(11): 1819-1824.
- [21] 刘瑜霞, 邓仕明, 林健. 两种菊科中药材挥发油成分的 GC-MS 分析研究[J]. 中国林副特产, 2018(2): 14-18.
- [22] 宋丽, 郑明珠, 王立江. 响应面法优化长白山野菊花挥发油的提取工艺及成分分析[J]. 食品与发酵工业, 2016, 42(7): 181-187.
- [23] 王天顺. 杭白菊、野菊花和神农香菊抗氧化损伤作用及有效成分研究[D]: [硕士学位论文]. 武汉: 湖北中医药大学, 2022.
- [24] 林素琴. 野菊花抗甲 1 型流感病毒 FM1 株的作用研究[D]: [硕士学位论文]. 广州: 广州中医药大学, 2010.
- [25] Samiei, L. and Shakeri, A. (2022) Chrysanthemum, an Ornamental Genus with Considerable Medicinal Value: A Comprehensive Review. *South African Journal of Botany*, **144**, 23-43. <https://doi.org/10.1016/j.sajb.2021.09.007>
- [26] 张知侠, 高奕红. 野菊花精油化学成分分析及其抑菌活性[J]. 化工科技, 2020, 28(5): 11-15.
- [27] 蒋征奎, 李晓, 罗彬. 野菊花挥发油抗炎镇痛作用[J]. 中国实验方剂学杂志, 2015, 21(16): 124-127.
- [28] 吴沂芸, 陈翠平, 任超翔, 等. 红花黄酮类成分累积量与功能基因表达水平的关联分析[J]. 中国中药杂志, 2017, 42(1): 83-87.
- [29] 刘秀明, 张宇, 姚娜, 等. 红花(*Carthamus tinctorius* L.)不同开花时期的转录组测序及黄酮合成相关基因的验证[J]. 中国细胞生物学学报, 2015, 37(9): 1207-1215.
- [30] 陈永智. 黄酮类和呋喃类抗菌拟肽的设计、合成及生物学评价[D]: [博士学位论文]. 广州: 广州医科大学, 2023. <https://doi.org/10.27043/d.cnki.ggzyc.2022.000145>
- [31] 汤亚芳, 余婉婷, 余港, 等. 野菊花药用活性成分及调控措施研究进展[J]. 中华中医药学刊, 2023, 41(10): 255-258.
- [32] 孟庆玉, 符玲, 高振, 尹芬, 姚寒春, 毕跃峰. 野菊花总黄酮提取方法比较及其抗氧化活性研究[J]. 中草药, 2015, 46(21): 3194-3197.
- [33] 张惠娟, 黄大元, 谭敦勇. 野菊花总黄酮对乳腺癌细胞增殖、凋亡、转移、侵袭及细胞周期的影响[J]. 中药材, 2021, 44(12): 2908-2914.
- [34] 杨彬, 黄俊卿, 孟庆良, 袁威起, 梁新. 基于 NLRP3-IL-1 $\beta$ -NF- $\kappa$ B 信号轴研究野菊花总黄酮对脂多糖诱导 HK-2 细胞炎症反应及自噬的影响[J]. 天津医药, 2020, 48(0): 81-87, 161.
- [35] 王桐. 蒙花苷对 2 型糖尿病肝损伤炎症反应和氧化应激的保护作用及其机制的初步研究[D]: [硕士学位论文]. 重庆: 中国人民解放军陆军军医大学, 2022.
- [36] 许正全. 绿原酸对仔猪机体抗氧化性能的影响[J]. 国外畜牧学(猪与禽), 2023, 43(4): 62-65.
- [37] 秦璐. 木犀草苷对运动性疲劳大鼠的心肌氧化应激及抗氧化基因表达的影响[J]. 分子植物育种, 2023, 21(9): 2900-2907.
- [38] 豆佳媛, 田巍, 唐琴, 等. 超声波辅助法提取野菊花中总黄酮的研究[J]. 皮革与化工, 2022, 39(2): 19-26.
- [39] 孙平, 董萍萍, 董丹华, 等. 超声波辅助低共熔溶剂提取野菊花总黄酮的工艺研究[J]. 食品工业科技, 2020, 41(20): 147-152.

- [40] 杨勇, 魏民, 严露, 等. 野菊药用及非药用部位中总黄酮和总酚酸的质量分数测定[J]. 现代盐化工, 2022, 49(3): 40-43.
- [41] Yang, X.J., Liu, Y., Zhong, C., *et al.* (2023) Total Flavonoids of *Chrysanthemum indicum* L Inhibit Acute Pancreatitis through Suppressing Apoptosis and Inflammation. *BMC Complementary Medicine and Therapies*, **23**, Article No. 23. <https://doi.org/10.1186/s12906-023-03851-x>
- [42] 刘佳. 野菊花黄酮的提取及抑菌活性研究[J]. 食品工业, 2015, 36(7): 21-24.
- [43] Zhuang, Z.J., Shan, C.W., Li, B., *et al.* (2017) Linarin Enriched Extract Attenuates Liver Injury and Inflammation Induced by High-Fat High-Cholesterol Diet in Rats. *Evidence-Based Complementary and Alternative Medicine*, **2017**, Article ID: 4701570. <https://doi.org/10.1155/2017/4701570>
- [44] Yang, Y.T., Cheng, R.N., Liu, J.Y., *et al.* (2021) Linarin Protects against Cadmium-Induced Osteoporosis via Reducing Oxidative Stress and Inflammation and Altering RANK/RANKL/OPG Pathway. *Biological Trace Element Research*, **200**, 3688-3700. <https://doi.org/10.1007/s12011-021-02967-w>
- [45] 王春阳, 王双婷, 李媛静, 等. 蒙花苷抗肠道病毒 71 型诱导的炎症反应研究[J]. 现代免疫学, 2023, 43(3): 206-210.
- [46] 陈佳敏, 汪涛, 郭巧生, 李浩文, 左琳, 邹庆军, 杨锋. 基于熵权 TOPSIS 法对不同产地野菊花醇提物抗氧化性抗炎活性的比较[J]. 中国中药杂志, 2021, 46(4): 907-914.
- [47] 杨林松, 王芳, 纪蔚伟, 等. 野菊花等复方中药水煎液体外抗大肠杆菌活性研究[J]. 信阳师范学院学报(自然科学版), 2018, 31(4): 568-572.
- [48] 谭文影, 李钟, 张维维, 等. 野菊花不同炮制品提取物抑菌效果比较研究[J]. 甘肃医药, 2016, 35(1): 1-4.
- [49] Jisun, H., Bohee, J., Woo, Y.C., *et al.* (2023) Synergistic Anti-Inflammatory Effects of Ethanol Extracts from *Chrysanthemum zawadskii* Flower and *Cudrania tricuspidata* Fruit Occur via Inhibition of the NF- $\kappa$ B Signaling Pathway. *Evidence-Based Complementary and Alternative Medicine*, **2023**, Article ID: 8198228. <https://doi.org/10.1155/2023/8198228>