

香青兰化学成分、药理活性及其影响因素研究进展

王海宁¹, 靳敏², 于慧³, 王占黎¹

(1. 内蒙古科技大学包头医学院第二附属医院, 内蒙古 包头 014030; 2. 内蒙古科技大学包头医学院公共卫生学院, 内蒙古 包头 014040; 3. 内蒙古科技大学包头医学院基础医学与法医学院 内蒙古 包头 014040)

摘要: 香青兰具有耐旱、适应性强、化学成分复杂且药理活性丰富等优点, 目前世界多地均有种植。国内外学者对香青兰研究的侧重点略有不同, 通过不同提取方法分析了解香青兰各类提取物成分、挥发油成分等。并且多种化合物已被证实具有广泛的药理作用, 如抗炎、抗氧化作用。大量研究报道香青兰可被用于治疗循环系统、神经系统和呼吸系统等多个系统疾病, 其相关作用机制也被不断发掘。随着对香青兰的不断深入研究, 学者们发现不同种植条件、施用肥料或喷洒某些特殊物质可能会改变香青兰含有的多种有效成分。同时为了提高香青兰有效成分的利用率, 通过应用纳米脂质载体等现代工艺方法进行实验并获得较为理想的功效。文章主要从国内外报道的香青兰化学成分、药理作用及种植因素和现代工艺对有效成分含量的影响等方面做综述, 并展望其发展前景。

关键词: 香青兰; 化学成分; 药理活性; 影响因素; 综述

中图分类号: R284

文献标志码: A

文章编号: 1673-842X(2024) 10-0157-08

A Recent Advance on Phytochemistry, Pharmacological Activity, and Influencing Factors of Xiangqinglan (Moldavica Dragonhead)

WANG Haining¹, JIN Min², YU Hui³, WANG Zhanli¹

(1.The Second Affiliated Hospital of Inner Mongolia University of Science and Technology Baotou Medical College, Baotou 014030, Inner Mongolia, China; 2.School of Public Health, Inner Mongolia University of Science and Technology Baotou Medical College, Baotou 014040, Inner Mongolia, China; 3.School of Basic Medicine, Inner Mongolia University of Science and Technology Baotou Medical College, Baotou 014040, Inner Mongolia, China)

Abstract: As a kind of national medicine, Xiangqinglan (Moldavica Dragonhead) has been used for a long time and its of extensive function. Because of its drought tolerance, strong adaptability, complex chemical composition and rich pharmacological activity, Xiangqinglan (Moldavica Dragonhead) is now

基金项目: 国家自然科学基金(82260092)

作者简介: 王海宁(1994-), 女, 辽宁朝阳人, 硕士在读, 研究方向: 蒙药资源开发与利用。

通讯作者: 王占黎(1974-), 男, 内蒙古锡盟人, 教授、主任技师, 博士, 研究方向: 蒙药资源开发与利用。

- 2007, 1 (2): 40-46.
- [11] 盛泽伟, 王树东, 董宝强. 基于“络病-微循环相关性”探讨针刺治疗膝骨关节炎[J]. 陕西中医, 2022, 43 (12): 1763-1767.
- [12] 全小林. 络脉杂病论[M]. 2版. 北京: 科学出版社, 2014: 48-157.
- [13] 葛均波, 王拥军. 泛血管医学——概念及常见疾病诊治[M]. 北京: 人民卫生出版社, 2018: 13, 33-49.
- [14] 崔冰慧, 郑旭锐, 叶天士“久病入络”学术思想及络治法探析[J]. 中医学报, 2020, 35 (1): 59-62.
- [15] 吴以岭. 络病与血管病变相关性研究及治疗对策研究进展[C] //第四届国际络病学大会论文集. 南京: 中华中医药学会络病分会, 2008: 3-5.
- [16] 《泛血管疾病综合防治科学声明》工作组. 泛血管疾病综合防治科学声明[J]. 中国循环杂志, 2019, 34 (11): 1041-1046.
- [17] 葛均波. 深化系统生物学理念推进泛血管医学学科发展[J]. 中华心血管病杂志, 2016, 44 (5): 373-374.
- [18] 符伟国, 杨靖, 葛均波. 如何认识泛血管医学[J]. 中华医学信息导报, 2020, 35 (17): 20.
- [19] 吴以岭. 脉络论[M]. 北京: 中国科学技术出版社, 2010: 1097.
- [20] 王永炎, 杨宝琴, 黄启福. 络脉病与病络[J]. 北京中医药大学学报, 2003, 26 (4): 1-2.
- [21] 吴以岭“脉络-血管系统病新概念及其治疗探讨[J]. 疑难病杂志, 2005, 4 (5): 285-287.
- [22] 加良震, 赵晨, 张晓雨, 等. 病络理论下泛血管疾病中西医结合防治理论基础及实施思路[J]. 中国中西医结合杂志, 2022, 42 (11): 1392-1395.
- [23] 王富军, 王文琦. 《中国老年2型糖尿病防治临床指南(2022年版)》解读[J]. 河北医科大学学报, 2022, 43 (12): 1365-1370.
- [24] 徐索文, 葛均波, 翁建平. 内皮功能失调与泛血管疾病[J]. 中国科学技术大学学报, 2021, 51 (8): 577-585.
- [25] RAJENDRAN P, RENGARAJAN T, THANGAVEL J, et al. The vascular endothelium and human diseases[J]. Int J Biol Sci, 2013, 9 (10): 1057-1069.
- [26] 高雁鸿, 刘建志, 王仁山, 等. 血管内皮细胞功能与糖尿病的关系研究进展[J]. 山西大同大学学报(自然科学版), 2020, 36 (4): 50-54, 66.
- [27] 王炎. 糖尿病及其并发症的病因分析[J]. 航空航天医学杂志, 2014, 25 (12): 1709-1710, 1718.
- [28] 王脉桃, 王利民, 谢红武, 等. 糖尿病微血管病变中炎症反应与胰岛素抵抗的关系[J]. 实用糖尿病杂志, 2017, 13 (4): 49-50.
- [29] 肖露露, 梁永林, 李钦, 等. 糖尿病络病相关发病机制研究进展[J]. 中医临床研究, 2023, 15 (6): 34-39.
- [30] 林夏舫, 王海宁, 洪天配. 糖化白蛋白的临床应用价值[J]. 中国糖尿病杂志, 2020, 28 (1): 77-80.
- [31] 全小林. 糖尿病并发症中医诊疗学[M]. 北京: 科学出版社, 2018: 3.
- [32] 王新陆. 血浊论[M]. 北京: 中国医药科技出版社, 2016: 101.
- [33] 庞国明. 纯中药治疗2型糖尿病实践录[M]. 北京: 中国中医药出版社, 2020: 11.
- [34] 全小林. 络脉病学[M]. 北京: 中国中医药出版社, 2020: 9.

cultivated in many parts of the world. Different geographical environments, different extraction methods and other factors lead to slight differences in the chemical composition and corresponding pharmacological effects of Xiangqinglan (Moldavica Dragonhead). With the continuous in-depth study of Xiangqinglan (Moldavica Dragonhead), its application field has been expanded, so that people can better understand the traditional medicine of Xiangqinglan (Moldavica Dragonhead) and give full play to its role. This paper mainly reviews the chemical composition, pharmacological effects, planting factors and the influence of modern technology on the content of active ingredients reported at home and abroad, and at the end we looks forward to the development prospects of Xiangqinglan (Moldavica Dragonhead).

Keywords: Xiangqinglan (Moldavica Dragonhead); chemical composition; pharmacological activity; influencing factors; review

香青兰,唇形科香兰属,一年生芳香及药用草本植物,可生长高达80 cm,多生长于干旱丘陵、多石河岸和山谷^[1]。原产于亚洲^[2],在北非、东欧和中欧、美国东北部归化^[3]。现主要生长于中国、伊朗、蒙古、埃及、墨西哥^[4]、俄罗斯^[5]等国家,以及喜马拉雅山、西伯利亚等地区。其中我国主要分布于西北、东北^[6]、华北^[7]地区,如内蒙古、甘肃、青海、新疆^[8]、陕西、黑龙江、吉林、辽宁、河北、山西、河南^[1]等地。

药用植物可以新鲜或干燥,以草药茶、提取物、精油或药物制剂的形式使用^[9]。香青兰在中国大多研究其地上干燥部分提取物,其中总黄酮作为最主要物质,具有丰富的生物活性;而国外大部分主要研究其挥发油成分及作用。国内外研究方向具有一定差异,这也使得香青兰被人们更全面地认识了解。

同时,香青兰作为多地民族常用草本植物,应用领域广泛,如药用、化妆品、调味、养蜂、装饰等^[2]。香青兰本身具有泻火、清热、止血的功效,并在世界各地的传统医学中已经使用了数千年,主要用于治疗:感冒、全身无力、肾痉挛^[3]、心绞痛、神经痛、偏头痛、头痛和牙痛^[4]、冠心病、高血压、动脉粥样硬化^[10]、胃部及肝脏疾病^[11]、哮喘^[8]、支气管炎、胆道感染^[12]、蛇咬伤、口腔炎或真菌感染^[13]等。

香青兰可因部位、提取方法等因素不同使其所提取成分、作用有所不同。不同部位所含活性成分不同,在香青兰叶子中所提取的黄酮类化合物田蓟苷可以通过其抗炎和抗氧化特性对神经起到一定保

护作用^[14]。香青兰种子因其含有利于健康的游离酚酸,可作为食品添加剂^[11]。香青兰的花蜜腺部位含有精油及酚类化合物,可以吸引传粉者,抑制真菌和细菌的生长,从而限制虫害^[2]。相同部位,不同提取方法所提取物质不同,例如香青兰的种子水提物,乙醇提取物和超临界CO₂萃取油的生物活性成分和抗氧化活性不同。其中乙醇提取物中总酚和总黄酮含量最高,自由基清除活性最高^[15]。香青兰的精油、提取物和次级代谢物因具有多种生物学功能而引起了学者及专家的极大关注,这些成分都具有经济和药用价值,也因此成为医学以及其他领域的研究热点。

1 香青兰化学成分

香青兰化学成分主要有黄酮类、酚类、萜类、木质素类、糖类及其他类物质等。综合现有相关研究,我们从香青兰提取物及挥发油两个部分分别总结其主要化学成分。

1.1 提取物成分

目前研究较多的是香青兰地上部分的相关提取物,例如乙醇提取物、甲醇提取物、乙酸乙酯提取物、正丁醇提取物、水提取物及石油醚提取物等。其主要成分包括黄酮类、酚类、木质素类、萜类、糖类及其他物质等。

1.1.1 黄酮类

见表1。

1.1.2 酚类物质

见表2。

表1 香青兰黄酮类物质

序号	化合物	分子式	相对分子质量	参考文献
1	木犀草素(Luteolin)	C ₁₅ H ₁₀ O ₆	286	[10][13][16-19]
2	木犀草苷(Luteolin-7-O-β-D-glucoside)	C ₂₁ H ₂₀ O ₁₁	448	[16]
3	芹菜素(Apigenin)	C ₁₅ H ₁₀ O ₅	270	[16]
4	Takakin-8-O-β-D-吡喃葡萄糖苷(Takakin-8-O-β-D-glucopyranoside)	C ₂₂ H ₂₂ O ₁₁	462	[16]
5	山柰酚-3-O-β-D-(6"-O-对羟基桂皮酰)半乳吡喃糖苷(Kaempferol-3-O-β-D-(6"-O-p-coumaroyl)galactopyranoside)	C ₃₀ H ₂₆ O ₁₃	594	[16]
6	2"-对羟基桂皮酰氧基黄芪苷(2"-p-coumaroylstragalalin)	C ₃₀ H ₂₆ O ₁₃	594	[16][18]
7	山柰酚(Kaempferol)	C ₁₅ H ₁₀ O ₆	286	[17-18]
8	槲皮素(Quercetin)	C ₁₅ H ₁₀ O ₇	302	[13][16][18]
9	金圣草(黄)素(Chrysoeriol)	C ₁₆ H ₁₂ O ₆	300	[18]
10	香叶木素(Diosmetin)	C ₁₆ H ₁₂ O ₆	300	[4][18]
11	8-羟基-鼠尾草素(8-hydroxy-salvigenin)	C ₁₈ H ₁₆ O ₇	344	[4][18]
12	梔子黄素B(Gardenin B)	C ₁₉ H ₁₈ O ₇	358	[18]
13	鼠尾草素(Salvigenin)	C ₁₈ H ₁₆ O ₆	328	[18]
14	黄酮醇(3-hydroxyflavone)	C ₁₅ H ₁₀ O ₃	238	[18]
15	异鼠李素(Isorhamnetin)	C ₁₆ H ₁₂ O ₇	316	[18]
16	金合欢素(Acacetin)	C ₁₆ H ₁₂ O ₅	284	[4][18][20]
17	梔子黄素A(Gardenin A)	C ₂₁ H ₂₂ O ₉	418	[4][18]
18	麝香草素(Thymonin)	C ₁₈ H ₁₆ O ₈	360	[18]
19	5,7,4'-三羟基-3'-甲氧基黄酮(5,7,4'-trihydroxy-3'-methoxy flavone)	C ₁₆ H ₁₂ O ₆	300	[18]
20	蓟黄素(Scrophulein)	C ₁₇ H ₁₄ O ₆	314	[18]
21	金合欢素7-(6"-乙酰基葡萄糖苷)(Acacetin 7-(6"-acetylglucoside))	-	-	[18]

续表1 香青兰黄酮类物质

序号	化合物	分子式	相对分子质量	参考文献
22	金合欢素 7-葡萄糖苷(Acacetin 7-glucoside)	C ₂₂ H ₂₂ O ₁₀	446	[18]
23	金合欢素 7-葡萄糖醛酸苷(Acacetin 7-glucuronid)	C ₂₂ H ₂₀ O ₁₁	460	[18]
24	金合欢素-6-葡萄糖醛酸苷(Acacetin-6-glucuronide)	C ₂₂ H ₂₀ O ₁₁	460	[18]
25	田蓟苷(Tilianin)	C ₂₂ H ₂₂ O ₁₀	446	[10][18-20]
26	蒙花苷(Buddleoside)	C ₂₈ H ₃₂ O ₁₄	592	[18][20]
27	金合欢素-7-O-β-D-(6"-O-丙二酰基)葡萄糖苷(Acacetin-7-O-β-D-(6"-O-malonyl) glucoside)	C ₂₅ H ₂₄ O ₁₃	532	[4][18]
28	金合欢素-7-O-β-D-(4"-乙酰基)-吡喃葡萄糖苷(Acacetin-7-O-β-D-(4"-acetyl)-glucopyranoside)	C ₂₄ H ₂₄ O ₁₁	488	[18]
29	山柰酚-3-O-β-D-(6"-O-对羟基桂皮酰)-吡喃葡萄糖苷(Kaempferol-3-O-β-D-(6"-O-p-coumaroyl)-glucopyranoside)	C ₃₀ H ₂₆ O ₁₃	594	[18]
30	山柰酚-7-O-β-D-(6"-O-对羟基桂皮酰)-吡喃葡萄糖苷(Kaempferol-7-O-β-D-(6"-O-p-coumaroyl)-glucopyranoside)	C ₃₀ H ₂₆ O ₁₃	594	[18]
31	山柰酚-3-O-β-D-(6"-O-对羟基桂皮酰)-半乳糖苷(Kaempferol-3-O-β-D-(6"-O-pcoumaroyl)-galactoside)	-	-	[18]
32	芹菜素 7-半乳糖苷(Apigenin 7-galactoside)	-	-	[18]
33	芹菜素 7-葡萄糖苷(Apigenin 7-glucoside)	C ₂₁ H ₂₀ O ₁₀	432	[18]
34	芹菜素-7-O-β-D-(6"-丙二酰基)-吡喃葡萄糖苷(Apigenin-7-O-β-D-(6"-malonyl)-glucopyranoside)	-	-	[18]
35	香叶木素 7-O-β-D-吡喃葡萄糖苷(Diosmetin 7-O-β-D-glucopyranoside)	C ₂₂ H ₂₂ O ₁₁	462	[18]
36	香叶木素 7-O-β-D-葡萄糖醛酸苷(Diosmetin 7-O-β-D-glucuronide)	C ₂₂ H ₂₀ O ₁₂	476	[18]
37	5,7,3,4'-四羟基-3-α-β-Glu-Rha 黄酮(5,7,3,4'-tetrahydroxy-3-α-β-Glu-Rha flavone)	C ₂₇ H ₃₀ O ₁₆	610	[18]
38	黄芪苷(Astragalin)	C ₂₁ H ₂₀ O ₁₁	448	[18-19]
39	高车前苷(Homoplantagin)	C ₂₂ H ₂₂ O ₁₁	462	[18]
40	木犀草素 7-葡萄糖苷(Luteolin 7-glucoside)	C ₂₁ H ₂₀ O ₁₁	448	[18]
41	木犀草素 7-葡萄糖醛酸苷(Luteolin 7-glucuronide)	C ₂₁ H ₁₈ O ₁₃	478	[18]
42	木犀草素 7-O-(6-O-丙二酰基-D-葡萄糖苷)(Luteolin 7-O-(6-O-malonyl-D-glucoside)	C ₂₄ H ₂₂ O ₁₄	534	[18]
43	槲皮素-3-O-[α-L-鼠李糖(1→6)]-β-D-吡喃葡萄糖苷(Quercetin-3-O-[α-lrhamnopyranosyl (1→6)]-β-D-glucopyranoside)	C ₂₇ H ₃₀ O ₁₆	610	[18]
44	槲皮素 3-葡萄糖苷(Quercetin 3-glucoside)	C ₂₁ H ₂₀ O ₁₂	464	[18]
45	Takakin 8-O-β-D-葡萄糖苷(Takakin 8-O-β-D-glucoside)	-	-	[18]
46	大波斯菊苷(Cosmoiin)	C ₂₁ H ₂₀ O ₁₀	432	[19]
47	木犀草素-7-O-葡萄糖醛酸苷(Luteolin-7-O-glucuronide)	C ₂₁ H ₁₈ O ₁₂	462	[20]
48	芹菜素-7-O-葡萄糖醛酸苷(Apigenin-7-O-glucuronide)	C ₂₁ H ₁₈ O ₁₁	446	[20]
49	香叶木素-7-O-葡萄糖醛酸苷(Diosmetin-7-O-glucuronide)	C ₂₂ H ₂₀ O ₁₂	476	[20]
50	芹菜素-7-O-葡萄糖苷(Apigenin-7-O-glucoside)	C ₂₁ H ₂₀ O ₁₀	432	[20]
51	香叶木素-7-O-葡萄糖苷(Diosmetin-7-O-glucoside)	C ₂₂ H ₂₂ O ₁₁	462	[20]
52	金合欢素-7-O-葡萄糖苷(Acacetin-7-O-glucoside)	C ₂₂ H ₂₀ O ₁₁	460	[20]
53	金合欢素-7-O-(6"-O-丙二酰基)葡萄糖苷(Acacetin-7-O-(6"-O-malonyl) glucoside)	C ₂₅ H ₂₄ O ₁₃	532	[20]
54	藿香苷(Agastachoside)	C ₂₄ H ₂₄ O ₁₁	488	[20]
55	香叶木素 7-β-O-葡萄糖苷(Diosmetin 7-β-O-glucoside)	C ₂₁ H ₂₀ O ₁₁	448	[4]
56	木犀草素 7-O-β-D-(6-O-丙二酰基)-葡萄糖苷(Luteolin 7-O-β-D-(6-O-malonyl)-glucoside)	C ₂₄ H ₂₂ O ₁₄	534	[4]
57	3'甲氧基金合欢素 7-O-β-D-葡萄糖醛酸苷(3'methoxyacacetin 7-O-β-D-glucuronide)	C ₂₂ H ₂₀ O ₁₂	476	[4]
58	芹菜素 7-O-β-D-(6"-O-丙二酰基)-葡萄糖苷(Apigenin 7-O-β-D-(6"-O-malonyl)-glucoside)	C ₂₄ H ₂₂ O ₁₃	518	[4]
59	香叶木素 7-O-β-D-(6"-O-丙二酰基)-葡萄糖苷(Diosmetin 7-O-β-D-(6"-O-malonyl)-glucoside)	C ₂₅ H ₂₄ O ₁₄	548	[4]
60	金合欢素 7-O-β-D-葡萄糖醛酸苷(Acacetin 7-O-β-D-glucuronide)	C ₂₂ H ₂₀ O ₁₁	460	[4]
61	金合欢素 7-β-O-(6"-乙酰基)-葡萄糖苷(Acacetin 7-β-O-(6"-acethyl)-glucoside)	C ₂₄ H ₂₄ O ₁₁	488	[4]
62	5,6,7,8,3'-五羟基,4'-甲氧基黄酮(5,6,7,8,3'-pentahydroxy,4'me-thoxy flavone)	C ₁₆ H ₁₂ O ₈	332	[4]
63	5,6,8,3'-四羟基,4',7'-二甲氧基黄酮(5,6,8,3'-tetrahydroxy,4',7'-di-methoxyflavone)	C ₁₇ H ₁₄ O ₈	346	[4]
64	金丝桃苷(Hyperoside)	C ₂₁ H ₂₀ O ₁₂	464	[13]
65	芦丁(Rutoside)	C ₂₇ H ₃₀ O ₁₆	610	[13]
66	牡荆素(Vitexin)	C ₂₁ H ₂₀ O ₁₀	432	[13]
67	柚皮素(Naringenin)	C ₁₅ H ₁₂ O ₅	272	[13]

表2 香青兰酚类物质

序号	化合物	分子式	相对分子质量	参考文献
1	咖啡酸(Caffeic acid)	$C_9H_8O_4$	180	[13][17][21]
2	绿原酸(Chlorogenic acid)	$C_{16}H_{18}O_9$	354	[13][17]
3	反式对羟基肉桂酸(trans-p-coumaric acid)	$C_9H_8O_3$	164	[13]
4	鞣花酸(Ellagic acid)	$C_{14}H_6O_8$	302	[13]
5	阿魏酸(Ferulic acid)	$C_{10}H_{10}O_4$	194	[13][17]
6	迷迭香酸(Rosmarinic acid)	$C_{18}H_{16}O_8$	360	[13][17][22]
7	水杨酸(Salicylic acid)	$C_7H_6O_3$	138	[13][17]
8	鼠尾草酸(Carnosic acid)	$C_{20}H_{28}O_4$	332	[13]
9	鼠尾草酚(Carnosol)	$C_{20}H_{26}O_4$	330	[13]
10	苹果酸(Malic acid)	$C_4H_6O_5$	134	[17]
11	奎尼酸(Quinic acid)	$C_7H_{12}O_6$	192	[17]
12	琥珀酸(Succinic acid)	$C_4H_6O_4$	118	[17]
13	柠檬酸(Citric acid)	$C_6H_8O_7$	192	[17]
14	焦橐酸(Pyrogallol)	$C_6H_6O_3$	126	[17]
15	没食子酸(Gallic acid)	$C_7H_6O_5$	170	[17]
16	邻苯二酚(Pyrocatechol)	$C_6H_6O_2$	110	[17]
17	3-4- 羟基苯甲酸(3-4-hydroxybenzoic acid)	$C_7H_6O_4$	154	[17]
18	儿茶素(Catechin)	$C_{15}H_{14}O_6$	290	[17]
19	4- 羟基苯甲酸(4-hydroxybenzoic acid)	$C_7H_6O_3$	138	[17]
20	3- 羟基苯甲酸(3-hydroxybenzoic acid)	$C_7H_6O_3$	138	[17]
21	秦皮乙素(Esculetin)	$C_9H_6O_4$	178	[17]
22	香草酸(Vanillic acid)	$C_8H_8O_4$	168	[17]
23	丁香酸(Syringic acid)	$C_9H_{10}O_5$	198	[17]
24	表儿茶素(Epicatechin)	$C_{15}H_{14}O_6$	290	[17]
25	4- 羟基肉桂酸(4-hydroxycinnamic acid)	$C_9H_8O_3$	164	[17]
26	3- 羟基肉桂酸(3-hydroxycinnamic acid)	$C_9H_8O_3$	164	[17]
27	芦丁(Rutin)	$C_{27}H_{30}O_{16}$	610	[17]
28	芥子酸(Sinapic acid)	$C_{11}H_{12}O_5$	224	[17]
29	2- 羟基肉桂酸(2-hydroxycinnamic acid)	$C_9H_8O_3$	164	[17]
30	单宁酸(Tannic acid)	$C_{76}H_{52}O_{46}$	1701	[17]
31	柚皮苷(Naringin)	$C_{27}H_{32}O_{14}$	580	[17]
32	苯甲酸(Benzoic acid)	$C_7H_6O_2$	122	[17]
33	槲皮苷(Quercitrin)	$C_{21}H_{20}O_{11}$	448	[17]
34	橙皮苷(Hesperidin)	$C_{28}H_{34}O_{15}$	610	[17]
35	4- 羟基香豆素(4-hydroxycoumarin)	$C_9H_8O_3$	164	[17]
36	白藜芦醇酸(Resveratrol acid)	$C_{14}H_{12}O_3$	228	[17]
37	木犀草素(Luteolin)	$C_{15}H_{10}O_6$	286	[17]
38	槲皮素(Quercitin)	$C_{15}H_{10}O_7$	302	[17]
39	柚皮素(Naringenin)	$C_{15}H_{12}O_5$	272	[17]
40	橙皮素(Hesperetin)	$C_{16}H_{14}O_6$	302	[17]
41	山柰酚(Kaempferol)	$C_{15}H_{10}O_6$	286	[17]
42	丹参酚酸B (Salvianolic acid B)	$C_{36}H_{30}O_{16}$	718	[20]
43	Moldavica acid A	$C_{15}H_{12}O_7$	304	[21]
44	Moldavica acid B	$C_{17}H_{12}O_6$	312	[21]
45	反式肉桂酸(trans-cinnamic acid)	$C_9H_8O_2$	148	[21]
46	顺式肉桂酸(cis-cinnamic acid)	$C_9H_8O_2$	148	[21]
47	对羟基苯丙酸(3- (4-hydroxyphenyl) propionic acid)	$C_9H_{10}O_3$	166	[21]
48	原儿茶酸(protocatechuic acid)	$C_7H_6O_4$	154	[21]

1.1.3 木质素类

WANG J M等人^[19]在香青兰乙酸乙酯提取物中分离出已知的12种木脂素有: 橙皮素A(citrusin A)、迷迭香酸甲酯(methyl rosmarinate)、akequintoside A、(7R,8S)-二氢脱氢双松脂醇-4-O-b-D-吡喃葡萄糖苷[(7R,8S)-dihydrodehydrodiconiferyl-alcohol 4-O-b-D-glucopyranoside]、无梗五加苷B (acanthoside B)、松酯醇-4-O-b-D-吡喃葡萄糖苷(pinoresinol-4-O-b-D-glucopyranoside)、松脂醇(pinoresinol)、hedyotis A、hedyotis B、(7S,8R)-脱氢双松脂醇-9'-O-b-D-吡喃葡萄糖苷[(7S,8R)-dehydrodiconiferyl alcohol-9'-O-b-D-glucopyranoside]、(7S,8R)-脱氢双松脂醇-4-O-b-D-吡喃葡萄糖苷(7S,8R)-dehydrodiconiferyl alcohol-4-O-b-D-glucopyranoside)、(7S,8R)-3'-去甲脱氢双松脂醇-3'-O-b-D-吡喃葡萄糖苷(7S,8R)-3'-demethyl-dehydrodiconiferyl alcohol-3'-O-b-D-glucopyranoside)。ZHANG H等^[25]报道了香青兰

乙醇提取物成分中的16种木质素类物质,其中新发现的8种木脂素: 7'R,8'S-dracomolpin A、7'S,8'R-dracomolpin A、7'S,8'S-dracomolpin、7'R,8'R-dracomolpin A、Dracomolpin B、Dracomolpin C、Dracomolpin D、Dracomolpin E和原有的8种木脂素: 甲基(Z)-3- (4-羟基-3-甲氧基-苯基)-2-[2-甲氧基-4[(E)-3-甲氧基-3-氧代丙基-1-烯基]苯氧基]丙基-2-烯酸酯(methyl (Z)-3- (4-hydroxy-3-methoxyphenyl)-2-{2-methoxy-4[(E)-3-methoxy-3-oxoprop-1-enyl]phenoxy}-prop-2-enoate)、3-苯并呋喃羧酸-2- (3,4-二羟基苯基)-7-羟基-5- (3-甲氧基-3-氧基-1-丙烯基)-甲基酯(3-benzofurancarboxylic acid-2- (3,4-dihydroxyphenyl)-7-hydroxy-5- (3-methoxy-3-oxo-1-propenyl)-methyl ester)、(E)-3-[2- (3,4-二羟基苯基)-7-羟基-3-甲氧羰基-2,3-二氢-1-苯并呋喃-5-基]丙-2-烯酸酯{ (E)-3-[2- (3,4-dihydroxyphenyl)-7-hydroxy-3-methoxycarbonyl-2,3-dihydro-1-benzofuran-5-yl]prop-2-enoate }、

oresbiusin B、迷迭香酸甲酯(rosmarinic acid methyl ester)、迷迭香酸乙酯(rosmarinic acid ethyl ester)、d-松脂醇(d-pinoresinol)、表松脂醇(epipinoresinol)。

1.1.4 萜类

NIE L L等^[8]从香青兰地上部分乙醇提取物中提取出如下松香烷二萜类物质:Dracocephalumoid A、Dracocephalumoid B、Dracocephalumoid C、Dracocephalumoid D、Dracocephalumoid E、(5R, 10S, 16R)-11, 16-dihydroxy-12-methoxy-17 (15→16)-abeo-abieta-8, 11, 13-trien-3, 7-dione、钩大青酮(Uncinatonone)、(3S, 4R, 10S, 16S)-3, 4, 12, 16-diepoxy-11, 14-dihydroxy-17 (15→16), 18 (4→3)-diabeo-abieta-5, 8, 11, 1-tetraene-7-one、(10S, 16S)-12, 16-epoxy-11, 14-dihydroxy-17 (15→16)-abeo-abieta-8, 11, 13-trien-7-one、Caryopincaolide F、(3R, 10S, 16S)-12, 16-epoxy-3, 11, 14-trihydroxy-17 (15→16), 18 (4→3)-diabeo-abieta-4 (19), 5, 8, 11, 13-pentaen-7-one。

1.1.5 糖类化合物

香青兰水提取物中糖类化合物较多,含有木糖、果糖、葡萄糖、蔗糖和麦芽糖^[4]。

1.1.6 其他

WANG J M等^[19]在香青兰乙酸乙酯提取物中分离出了一种新的萜类衍生物2-辛-2', 4', 6'-三炔素(octa-20, 40, 60-atrinenaphthalene)和一种已知的聚乙炔物质人参炔醇(Falcarinol)。

1.2 挥发油(精油)成分

香青兰精油成分主要通过水蒸气蒸馏法获取,是一类具有芳香气味,可随水蒸气蒸馏出来且与水不相溶的挥发性油状成分。挥发油主要由萜类化合物、芳香族化合物及脂肪族化合物等组成,其中以萜类化合物多见,萜类化合物是指具有(C₅H₈)_n通式以及其含氧和不同饱和程度的衍生物。单萜类和倍半萜类物质是挥发油的主要成分。

1.2.1 单萜类化合物

香青兰精油成分所含有的单萜类化合物有桃金娘烯醇(Myrtanol)、E-松香芹醇(E-Pinocarveol)、香叶酸甲酯(ethyl geraniate)、α-侧柏烯(α-Thujene)^[16]、橙花醇(Nerol)、乙酸橙花酯(Neryl acetate)、香叶醇(Geraniol)、香叶醛(Geraniol (Citral A)、乙酸香叶酯(Geranyl acetate)^[16-17, 23]、橙花醛[Neral (Citral B, cis-citral, Z-citral)]^[16-17, 23-24]、芳樟醇(Linalool)、冰片(Borneol)^[16, 23]、樟脑(Camphor)^[16, 23-24]、1,8桉叶素(1,8-cineol)^[16, 24]、莰烯(Camphene)、桉烯(Sabinene)、葑酮(Fenchone)、香芹酚(Carvacrol)、月桂烯(Myrcene)、p-聚伞花烃(p-cymene)、柠檬烯(Limonene)、顺式-罗勒烯(cis-ocimene)、反式-罗勒烯(trans-ocimene)、别罗勒烯(Allo-ocimene)、香茅醛(Citronellal)、甲基胡椒酚(Methyl chavicol)、甲酸香叶酯(Geranyl formate)、香柠檬醛(Bergamal)^[17]、橙花醚(Nerol oxide)^[17, 23]、顺式-氧化芳樟醇(cis-linalool oxide)、反式-氧化芳樟醇(trans-linalool oxide)、4-萜烯醇(Terpinen-4-ol)、α-松油醇(α-Terpeneol)、反式-异-柠檬醛(trans-Isocitral)、反式-菊醛(trans-chrysanthemal)^[23]、松香芹醇(Pinocarveol)、β-葑酮

(β-fenchyl alcohol)、薄荷醇(Menthol)^[24]。

1.2.2 倍半萜烯类

香青兰精油成分所含有的倍半萜烯类化合物有β-桉叶醇(β-eudesmol)、甜没药醇氧化物(Bisabolol oxide)^[16]、桉油烯醇(Spathulenol)、石竹素(Caryophyllene oxide)^[16-17]、α-可巴烯(α-copaene)、β-石竹烯(β-caryophyllene)、β-可巴烯(β-copaene)、香橙烯(Aromadendrene)、α-蛇麻烯(α-humulene)、E-β-金合欢烯(E-β-farnesene)、α-紫穗槐烯(α-amorphene)、右旋大根香叶烯(Germacrene D)、E、E-α-金合欢烯(E, E-α-farnesene)、γ-杜松烯(γ-cadinene)、δ-杜松烯(δ-cadinene)、喇叭茶醇(Ledol)、3-罗汉柏酮(3-thujopsanone)、2Z, 6E-金合欢醇(2Z, 6E-farnesol)、2E, 6E-金合欢醇(2E, 6E-farnesol)、植酮(Hexahydrofarnesyl acetone)^[17]、反式-石竹烯(trans-caryophyllene)、反-β-金合欢烯(trans-β-farnesene)、γ-衣兰油烯(γ-murolene)^[23]。

1.2.3 二倍萜

FATTAHI A等^[17]采用蒸馏法方法提取香青兰精油成分,其中二萜类化合物有新植二烯(Neophytadiene)、异植醇(Isophytol)。

1.2.4 三倍萜

MOGHADDAM H H等^[16]总结了香青兰所含有的三萜类化合物有熊果酸(Ursolic acid)、科罗素酸(Colosolic acid)、齐墩果酸(Oleanolic acid)。

1.2.5 其他化合物

香青兰精油成分中含有的芳香族化合物有苯乙醛(Benzene acetaldehyde)、苯甲醛(Benzaldehyde)^[17]、脂肪族化合物有蘑菇醇(1-octen-3-ol)、2,4-庚二烯醛(2E, 4E-heptadienal)^[17]、甲基庚烯酮(6-methyl-5-hepten-2-one)^[17, 23]、烷类化合物有正十四烷(n-Tetradecane)^[17]、正十二烷(n-Dodecane)、正十六烷(n-hexadecane)^[24]。

2 香青兰药理作用

香青兰主要对循环系统、神经系统、呼吸系统、消化系统、血液系统、内分泌系统具有一定作用,同时在体外具有抗菌及杀虫等作用。

2.1 循环系统

2.1.1 对血管的作用

香青兰总黄酮(total flavonoids of Dracocephalum moldavica L, TFDL)可能通过调节促炎细胞因子、凋亡相关基因、纤维化相关基因等机制对射血分数保留的心力衰竭起保护作用^[5]。香青兰成分中田蓟苷可通过部分调节TNF-α/NF-κB通路抑制血管平滑肌细胞增殖、迁移和异常表型转化,抑制巨噬细胞向泡沫细胞形成,增强胆固醇流出,从而起到抗动脉粥样硬化作用^[26]。田蓟苷还可通过上调固醇调节元件结合蛋白2介导的低密度脂蛋白受体表达从而改善载脂蛋白缺乏小鼠的血脂谱并减轻动脉粥样硬化^[6]。香青兰成分中Moldavica acid A、Moldavica acid B可上调kruppel样因子2(动脉粥样硬化的潜在靶点)的表达,同样具有抗动脉粥样硬化的作用^[21]。墨西哥一项研究^[27]表明香青兰水提取物对大鼠主动脉段的血管具有一定舒张作用。还有文

献^[28]报道称香青兰可以诱导人脐静脉内皮细胞产生一氧化氮从而诱导大鼠肠系膜动脉舒张。

2.1.2 对心肌的作用

TFDM可抑制PI3K/Akt/GSK-3 β 和ERK1/2信号通路介导的心肌细胞凋亡^[29],同时对缺血再灌注损伤引起的心肌损伤具有保护作用,其保护作用与抗氧化相关,TFDM成分可以降低丙二醛(malondialdehyde, MDA)的生成,提高超氧化物歧化酶(superoxide dismutase, SOD)活性和还原型谷胱甘肽/氧化型谷胱甘肽比值^[30]。一种新发现的咖啡酸四聚体化合物正甲基东莨菪素对过氧化氢(hydrogen peroxide, H₂O₂)诱导的SD乳鼠原代心肌细胞凋亡的保护作用^[22]。香青兰乙醇提取物乙酸乙酯部分通过抗凋亡和抗氧化机制改善H₂O₂诱导的心脏毒性^[31]。田蓣苷可能通过线粒体途径和内质网应激抑制氧糖剥夺/复氧诱导的大鼠心肌细胞(H9c2)细胞凋亡,起到保护心肌细胞的作用^[32]。另有报道^[33]称TFDM能够明显减轻心肌细胞缺氧复氧损伤,其机制可能与上调VEGF-B/AMPK通路抑制氧化应激反应有关。

2.2 神经系统

TFDM可用于治疗血管性痴呆(vascular dementia, VaD),其中山柰酚、洋芹素、木犀草素和槲皮素这些成分具有神经保护作用,它们主要与miR-3184-3p/ESR1、miR-6762-3p/CDK1、miR-6777-3p/ESRRA等轴相关^[18]。田蓣苷可改善VaD认知功能障碍和神经退行性变,其作用可能与增加的p-CaMKII/ERK/CREB和减少ox-CaMKII/MAPK/NF- κ B的双重CaMKII靶向作用相关^[34]。TFDM还可通过抑制与CaMKII/p38 MAPK/ERK1/2和PI3K/AKT/mTOR通路相关的线粒体依赖通路减轻对H₂O₂诱导的星形胶质细胞凋亡,从而发挥其保护作用^[35]。香青兰对脑缺血再灌注损伤的保护作用可能与抗氧化和抗炎过程相关,可显著降低MDA含量,升高SOD和谷胱甘肽过氧化物酶活性,显著降低IL-6、IL-8和TNF- α 水平,同时可显著改善神经行为评分,减轻脑水肿和脑梗死^[36]。香青兰通过抑制p53基因表达水平和降低bax蛋白表达水平、增高bcl-2蛋白表达水平抗细胞凋亡,从而有效治疗脑缺血再灌注损伤^[37]。香青兰有效部位(effective parts of *Dracocephalum moldavica*, EPDM)可能通过抑制RIP3/mLKL/PGAM5通路和线粒体膜通透性转化孔开放以保护线粒体功能,进而使人脑微血管内皮细胞免受脑缺血再灌注损伤,可为EPDM治疗脑缺血性相关疾病提供有价值的科学依据^[38]。田蓣苷可发挥抗炎和抗氧化作用影响和抑制丝裂原活化蛋白激酶信号通路,从而减轻帕金森病对多巴胺能神经元的损伤^[14]。香青兰可引起镇静作用和中枢神经系统活动的普遍抑制,其中镇静作用最可能与香青兰中的黄酮糖苷相关^[4]。香青兰叶乙醇提取物增加了海马中细胞外信号调节激酶和环磷酸腺苷反应元件结合蛋白的磷酸化作用,从而显著改善东莨菪碱诱导小鼠的记忆障碍^[39]。

2.3 呼吸系统

TFDM可以通过影响与凝血和补体相关的代谢途径改善慢性高原病(chronic mountain sickness,

CMS),还可以改善CMS大鼠肺动脉压和肺组织形态学,从而减轻肺动脉压并改善肺功能^[40],还可以调节CMS大鼠的能量代谢、氨基酸代谢、蛋白质代谢及抗氧化能力,显著降低CMS大鼠肺动脉压^[41]。有文献^[42]报道称香青兰具有一定的止咳、平喘和抗结核作用。香青兰木脂素成分Dracomolpin E能降低人肺癌细胞(NCI-H292)的细胞活力,并与细胞凋亡相关^[25]。

2.4 消化系统

田蓣苷可抑制人咽鳞癌细胞的生长,并刺激树突状细胞成熟,激活Toll样受体4信号转导途径,并通过内在凋亡途径诱导凋亡^[7]。香青兰对结肠、直肠腺癌细胞系具有选择性细胞毒性作用,同时缺乏对正常细胞的毒性^[13]。研究^[16]表明香青兰还可以起到抗幽门螺杆菌作用。

2.5 血液系统

香青兰中所含有的黄酮类物质如洋芹素、木犀草素、山柰酚和槲皮素以剂量依赖性和时间依赖性方式诱导人骨髓瘤细胞、急性髓系白血病细胞的凋亡^[43]。

2.6 内分泌系统

有相关文献^[42]提到香青兰具有抗糖尿病作用。

2.7 其他

除以上相关系统作用外,香青兰还具有一些其他的生物活性,如抗补体活性,其某些化合物成分可能用于治疗补体介导的疾病^[44]。更有报道^[19]表明香青兰黄酮类化合物中木犀草素具有最强的抗补体活性。香青兰还具有抗菌作用,其乙醇提取物乙酸乙酯部分具有作为抗微生物剂控制金黄色葡萄球菌临床分离株的潜力^[45]。香青兰精油对金黄色葡萄球菌、大肠杆菌、鼠伤寒沙门氏菌和单核细胞增多性李斯特菌表现出更好的抗氧化和抗菌活性^[23]。更有研究^[13]表明香青兰具有体外抗微生物潜力,对革兰阳性细菌甲氧西林敏感金黄色葡萄球菌(methicillin sensitive staphylococcus aureus, MSSA)和耐甲氧西林金黄色葡萄球菌(methicillin resistant staphylococcus aureus, MRSA)具有较高强度的抗菌活性(MSSA>MRSA),对革兰阴性菌大肠埃希菌显示出体外敏感性。香青兰还具有抗病毒、抗过敏^[42],抗伤害^[23]等作用。

3 香青兰有效成分影响因素

目前研究香青兰有效成分影响因素中,国外以研究种植条件相关因素为主,国内主要研究现代工艺对香青兰有效成分的影响。

3.1 对香青兰挥发油(精油)成分及产量的影响因素

研究^[24]表明壳聚糖硒纳米颗粒(Cs-Se NPs)的浓度对香叶醇、柠檬醛和橙花醇、香叶醛含量具有一定影响,例如5 mg·L⁻¹ Cs-Se NPs增加了柠檬醛和橙花醇含量,而10 mg·L⁻¹ Cs-Se NPs增加了香叶醛和橙花醇含量。香青兰施用50%尿素+50%偶氮堆肥可增加香叶醇和香叶醛的含量,并可获得最佳的精油产量,单独施用偶氮堆肥增加了乙酸香叶酯的含量^[46]。NH₄⁺与NO₃⁻不同比例施肥培育香青兰获得最佳产物不同^[3](见表3),叶面喷施水杨酸、抗坏血酸和锌元素可以影响香青兰精油组分,包括橙花醛、香叶醛、香叶醇和乙酸香叶酯^[47]。二氧化钛

纳米颗粒在合适浓度下提高了以香叶醛、香叶醇和柠檬醛为主要成分的精油含量^[48]。有报道^[49]表明外源脱落酸(abscisic acid, ABA)可以影响香青兰精油产量,在中度干旱条件(土壤基质吸力为0.8 Mpa)下,喷洒ABA浓度为5 μM时,精油产量最高。与同等浓度的螯合铜相比,叶面施用氧化铜纳米颗粒(CuONPs)显著增加了精油产量^[50]。

3.2 对黄酮类物质成分、产量及利用率的影响因素
NH₄⁺与NO₃⁻不同比例施肥培育香青兰获得最

表3 不同NH₄⁺与NO₃⁻比例施肥培育香青兰获得最佳产物

NH ₄ ⁺ /NO ₃ ⁻	精油	黄酮类	酚类
0/100	—	黄酮类化合物总量	酚类化合物总量
75/25	香叶醛、乙酸香叶酯	槲皮素	对羟基肉桂酸、没食子酸、迷迭香酸、咖啡酸
50/50	橙花醛	—	—
25/75	香叶醇	—	—

3.3 对酚类物质成分及产量的影响因素
NH₄⁺与NO₃⁻不同比例施肥培育香青兰获得最佳产物不同^[3](见表3)。施用适当水平的三氧化二铁纳米颗粒可使香青兰成分中迷迭香酸含量增加^[53]。外源ABA也可以影响香青兰总酚含量,在中度干旱条件(土壤基质吸力为0.8 Mpa)下,喷洒ABA浓度为20 μM时,总酚含量最高^[49]。采用响应面法的喷雾干燥工艺可提高总酚(如:羟基肉桂酸)含量^[51]。

除以上影响因素外,香青兰采收期及产地对有效成分有一定影响。另外一些非生物因素的影响如空气湿度、紫外线强度、海拔、温度等亦可以影响香青兰的有效成分^[42]。

4 小结与展望

全球范围内青兰属种类较多,共60余种,中国约有32种,多数具有一定药用价值。关于香青兰有效成分的提取,目前总黄酮提取方法较成熟,但某些挥发油类物质不易获得。香青兰在药物应用方面,继续探索黄酮类物质的化学保护功能,有望为肿瘤、高血压等治愈率较低的疾病提供新的诊疗思路。为了更好发展中草药植物临床应用前景,提高香青兰药物的有效成分含量及生物利用度也是必要的,可以通过不断实验来发现更适宜的提取条件或种植条件,充分发挥香青兰的药理作用。另一方面,香青兰还可以在食品及物品安全保障方面进行更深入研究,这将为我们今后的生产生活创造更便利的条件。◆

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[M]. 北京: 科学出版社, 1977: 361.
[2] KONARSKA A, WERYSZKO-CHMIELEWSKA E, DMITRUK M, et al. Does the Floral Nectary in *Dracocephalum moldavica* L. Produce Nectar and Essential Oil? Structure and Histochemistry of the Nectary[J]. *Biology*, 2022, 11: 1650.
[3] NASERI A, ALIREZALU A, NORUZI P, et al. The effect of different ammonium to nitrate ratios on antioxidant activity, morpho-physiological and phytochemical traits of Moldavian balm (*Dracocephalum moldavica*) [J]. *Sci Rep*, 2022, 12: 16841.
[4] MARTÍNEZ-VÁZQUEZ M, ESTRADA-REYES R, MARTÍNEZ-LAURRABAQUIO A, et al. Neuropharmacological study of *Dracocephalum moldavica* L. (Lamiaceae) in mice: sedative effect and chemical analysis of an aqueous extract [J]. *J Ethnopharmacol*, 2012, 141: 908-917.
[5] DAWUTI A, SUN S C, WANG R R, et al. Systems Pharmacology-Based Strategy to Investigate Pharmacological Mechanisms of Total Flavonoids in *Dracocephalum moldavica* on Chronic Heart

佳产物不同^[3](见表3)。与同等浓度的螯合铜相比,叶面施用CuONPs显著增加了黄酮类化合物产量^[50],采用响应面法的喷雾干燥工艺也可提高黄酮类物质含量^[51]。实验采用星点设计和效应面法优化的TFDM固体脂质纳米粒组可提高TFDM的溶解度和功效,且与TFDM组相比具有更好的心肌保护作用^[10]。实验^[52]表明采用硫酸铵跨膜梯度法制备的TFDM提取物-复合磷脂脂质体可有效提高体内口服给药后TFDM的生物利用度。

Failure [J]. *Int J Mol Sci*, 2022, 23: 8409.
[6] DU Y, XI M, LI Y H, et al. Tilianin improves lipid profile and alleviates atherosclerosis in ApoE-/- mice through up-regulation of SREBP2-mediated LDLR expression [J]. *Phytomedicine*, 2023, 109: 154577.
[7] JIANG H L, ZENG L, DONG X Q, et al. Tilianin Extracted From *Dracocephalum moldavica* L. Induces Intrinsic Apoptosis and Drives Inflammatory Microenvironment Response on Pharyngeal Squamous Carcinoma Cells via Regulating TLR4 Signaling Pathways [J]. *Front Pharmacol*, 2020, 11: 205.
[8] NIE L L, LI R, HUANG J, et al. Abietane diterpenoids from *Dracocephalum moldavica* L. and their anti-inflammatory activities in vitro [J]. *Phytochemistry*, 2021, 184: 112680.
[9] NAPOLI E, DI VITO M. Toward a new future for essential oils [J]. *Antibiotics*, 2021, 10: 207.
[10] TAN M E, HE C H, JIANG W, et al. Development of solid lipid nanoparticles containing total flavonoid extract from *Dracocephalum moldavica* L. and their therapeutic effect against myocardial ischemia-reperfusion injury in rats [J]. *Int J Nanomedicine*, 2017, 12: 3253-3265.
[11] ONISZCZUK T, KASPRZAK-DROZD K, OLECH M, et al. The Impact of Formulation on the Content of Phenolic Compounds in Snacks Enriched with *Dracocephalum moldavica* L. Seeds: Introduction to Receiving a New Functional Food Product [J]. *Molecules*, 2021, 26: 1245.
[12] MAIMAITIYIMING D, HU G, AIKEMU A, et al. The treatment of Uyghur medicine *Dracocephalum moldavica* L on chronic mountain sickness rat model [J]. *Pharmacogn Mag*, 2014, 10: 477-482.
[13] SIMEA Ş, IELCIU I, HANGANU D, et al. Evaluation of the Cytotoxic, Antioxidative and Antimicrobial Effects of *Dracocephalum moldavica* L. Cultivars [J]. *Molecules*, 2023, 28: 1604.
[14] LI J, XU S. Tilianin attenuates MPP⁺-induced oxidative stress and apoptosis of dopaminergic neurons in a cellular model of Parkinson's disease [J]. *Exp Ther Med*, 2022, 23: 293.
[15] SONG E, CHOI J, GWON H, et al. Phytochemical profile and antioxidant activity of *Dracocephalum moldavica* L. seed extracts using different extraction methods [J]. *Food Chem*, 2021, 350: 128531.
[16] MOGHADDAM H H, EMADI F, ESMAEIL-JAMAAT E, et al. Plants from Genus *Dracocephalum* in Iran: Pharmacology and Phytochemistry Overview [J]. *Curr Drug Discov Technol*, 2022, 19: e280422204213.
[17] FATTAHI A, SHAKERI A, TAYARANI-NAJARAN Z, et al. UPLC-PDA-ESI-QTOF-MS/MS and GC-MS analysis of Iranian *Dracocephalum moldavica* L. [J]. *Food Sci Nutr*, 2021, 9: 4278-4286.
[18] LIU M M, SHAN G Z, JIANG H L, et al. Identification of miRNA and Their Regulatory Effects Induced by Total Flavonoids From *Dracocephalum moldavica* in the Treatment of Vascular Dementia [J]. *Front Pharmacol*, 2021, 12: 796628.
[19] WANG J M, SUN J F, JIN L, et al. One novel naphthalene derivative and other constituents with anti-complementary activities from the aerial parts of *Dracocephalum moldavica* [J].

- J Asian Nat Prod Res, 2022, 24: 1177–1184.
- [20] LI Q, LIU Y Q, HAN L F, et al. Chemical constituents and quality control of two *Dracocephalum* species based on high-performance liquid chromatographic fingerprints coupled with tandem mass spectrometry and chemometrics [J]. J Sep Sci, 2016, 39: 4071–4085.
- [21] CHEN Y C, LEI L J, XIAO T M, et al. Moldavica acid A, a new salicylic acid derivative from *Dracocephalum moldavica* [J]. J Asian Nat Prod Res, 2022, 22: 1–7.
- [22] ZHANG J L, YAN R J, YU N, et al. A new caffeic acid tetramer from the *Dracocephalum moldavica* L. [J]. Nat Prod Res, 2018, 32: 370–373.
- [23] AČIMOVIĆ M, ŠOVLJANSKI O, ŠEREGELJ V, et al. Chemical Composition, Antioxidant, and Antimicrobial Activity of *Dracocephalum moldavica* L. Essential Oil and Hydrolate [J]. Plants (Basel), 2022, 11: 941.
- [24] AZIMI F, ORAEI M, GOHARI G, et al. Chitosan-selenium nanoparticles (Cs-Se NPs) modulate the photosynthesis parameters, antioxidant enzymes activities and essential oils in *Dracocephalum moldavica* L. under cadmium toxicity stress [J]. Plant Physiol Biochem, 2021, 167: 257–268.
- [25] ZHANG H R, WANG S Q, LIU Q Y, et al. Dracomolpin A–E, new lignans from *Dracocephalum moldavica* [J]. Fitoterapia, 2021, 150: 104841.
- [26] SHEN W L, ANWAIER G, CAO Y N, et al. Atheroprotective Mechanisms of Tiliandin by Inhibiting Inflammation Through Down-Regulating NF- κ B Pathway and Foam Cells Formation [J]. Front Physiol, 2019, 10: 825.
- [27] IBARRA-ALVARADO C, ROJAS A, MENDOZA S, et al. Vasoactive and antioxidant activities of plants used in Mexican traditional medicine for the treatment of cardiovascular diseases [J]. Pharm Biol, 2010, 48: 732–739.
- [28] MIERNISHA A, BI C W, CHENG L K, et al. Badiranji Buya, a Traditional Uyghur Medicine, Induces Vasodilation in Rat Artery: Signaling Mediated by Nitric Oxide Production in Endothelial Cells [J]. Phytother Res, 2016, 30: 16–24.
- [29] ZENG C, JIANG W, YANG X, et al. Pretreatment with Total Flavonoid Extract from *Dracocephalum Moldavica* L. Attenuates Ischemia Reperfusion-induced Apoptosis [J]. Sci Rep, 2018, 8: 17491.
- [30] JIANG J T, YUAN X, WANG T, et al. Antioxidative and cardioprotective effects of total flavonoids extracted from *Dracocephalum moldavica* L. against acute ischemia/reperfusion-induced myocardial injury in isolated rat heart [J]. Cardiovasc Toxicol, 2014, 14: 74–82.
- [31] JIN M, YU H, JIN X, et al. *Dracocephalum moldavica* L. Extracts Protect H9c2 Cardiomyocytes against H₂O₂-Induced Apoptosis and Oxidative Stress [J]. Biomed Res Int, 2020, 2020: 8379358.
- [32] JIANG W, ZHANG W, ZHANG Y X, et al. Tiliandin extracted from Xiangqinglan (*Herba Dracocephali Moldovicae*) inhibits apoptosis induced by mitochondrial pathway and endoplasmic reticulum stress in H9c2 cells after oxygen-glucose deprivation/reoxygenation [J]. J Tradit Chin Med, 2023, 43: 42–50.
- [33] 卡德尔业·卡德尔, 邢建国, 刘砥威, 等. 香青兰总黄酮通过 VEGF-B/AMPK 通路缓解氧化应激抗 H9c2 细胞缺血再灌注损伤 [J]. 药学报, 2023, 58 (9): 2685–2693.
- [34] JIANG H L, ASHRAF G M, LIU M M, et al. Tiliandin Ameliorates Cognitive Dysfunction and Neuronal Damage in Rats with Vascular Dementia via p-CaMKII/ERK/CREB and ox-CaMKII-Dependent MAPK/NF- κ B Pathways [J]. Oxid Med Cell Longev, 2021, 2021: 6673967.
- [35] ZHENG R F, DU Y W, ZENG C, et al. Total flavones of *Dracocephalum moldavica* L. protect astrocytes against H₂O₂-induced apoptosis through a mitochondria-dependent pathway [J]. BMC Complement Med and Therapies, 2020, 20: 78.
- [36] JIA J X, ZHANG Y, WANG Z L, et al. The inhibitory effects of *Dracocephalum moldavica* L. (DML) on rat cerebral ischemia reperfusion injury [J]. J Toxicol Environ Health A, 2017, 80: 1206–1211.
- [37] WU P, YAN X S, ZHOU L L, et al. Involvement of apoptosis in the protective effects of *Dracocephalum moldavica* in cerebral ischemia reperfusion rat model [J]. J Toxicol Environ Health A, 2019, 82: 1036–1044.
- [38] 杨志航, 王雪萌, 徐磊, 等. 香青兰有效部位对 OGD/R 损伤诱导的人脑微血管内皮细胞程序性坏死的作用机制研究 [J]. 药学报, 2022, 57 (2): 409–418.
- [39] DEEPA P, BAE H J, PARK H B, et al. *Dracocephalum moldavica* attenuates scopolamine-induced cognitive impairment through activation of hippocampal ERK-CREB signaling in mice [J]. J Ethnopharmacol, 2020, 253: 112651.
- [40] ABUDOUWAYITI A, NIJATI Y, ZHANG X Y, et al. iTRAQ-based quantitative proteomic analysis of the improved effects of total flavones of *Dracocephalum Moldavica* L. in chronic mountain sickness [J]. Sci Rep, 2021, 11: 17526.
- [41] MAIMAITI A, YANG T, WANG M M, et al. Improvement of Total Flavonoids from *Dracocephalum moldavica* L. in Rats with Chronic Mountain Sickness through ¹H-NMR Metabonomics [J]. Evid Based Complement Alternat Med, 2021, 2021: 6695346.
- [42] WU C, LIU H Z, RONG X J, et al. Phytochemical composition profile and space-time accumulation of secondary metabolites for *Dracocephalum moldavica* Linn. via UPLC-Q/TOF-MS and HPLC-DAD method [J]. Biomed Chromatogr, 2020, 34: e4865.
- [43] JÖHRER K, GALARZA PÉREZ M, KIRCHER B, et al. Flavones, Flavonols, Lignans, and Caffeic Acid Derivatives from *Dracocephalum moldavica* and Their In Vitro Effects on Multiple Myeloma and Acute Myeloid Leukemia [J]. Int J Mol Sci, 2022, 23: 14219.
- [44] WANG J M, SUN J F, JIN L, et al. A new monoterpenoid glycoside and a new phenolic glycoside isolated from *Dracocephalum moldavica* and their anti-complementary activity [J]. Nat Prod Res, 2023, 37: 169–179.
- [45] YU H, LIU M, LIU Y, et al. Antimicrobial Activity and Mechanism of Action of *Dracocephalum moldavica* L. Extracts Against Clinical Isolates of *Staphylococcus aureus* [J]. Front Microbiol, 2019, 10: 1249.
- [46] YOUSEFZADEH S, MODARRES-SANAVY S A, SEFIDKON F, et al. Effects of Azocompost and urea on the herbage yield and contents and compositions of essential oils from two genotypes of dragonhead (*Dracocephalum moldavica* L.) in two regions of Iran [J]. Food Chem, 2013, 138: 1407–1413.
- [47] REZAEI-CHIYANEH E, MAHDAVIAKIA H, HADI H, et al. The effect of exogenously applied plant growth regulators and zinc on some physiological characteristics and essential oil constituents of Moldavian balm (*Dracocephalum moldavica* L.) under water stress [J]. Physiol Mol Biol Plants, 2021, 27: 2201–2214.
- [48] GOHARI G, MOHAMMADI A, AKBARI A, et al. Titanium dioxide nanoparticles (TiO₂ NPs) promote growth and ameliorate salinity stress effects on essential oil profile and biochemical attributes of *Dracocephalum moldavica* [J]. Sci Rep, 2020, 10: 912.
- [49] KHALEGHNEZHAD V, YOUSEFI A R, TAVAKOLI A, et al. Concentrations-dependent effect of exogenous abscisic acid on photosynthesis, growth and phenolic content of *Dracocephalum moldavica* L. under drought stress [J]. Planta, 2021, 253: 127.
- [50] NEKOUKHOU M, FALLAH S, POKHREL L R, et al. Foliar enrichment of copper oxide nanoparticles promotes biomass, photosynthetic pigments, and commercially valuable secondary metabolites and essential oils in dragonhead (*Dracocephalum moldavica* L.) under semi-arid conditions [J]. Sci Total Environ, 2023, 863: 160920.
- [51] RAHMATI E, SHARIFIAN F, FATTAHI M. Process optimization of spray-dried Moldavian balm (*Dracocephalum moldavica* L.) extract powder [J]. Food Sci Nutr, 2020, 8: 6580–6591.
- [52] ZENG C, JIANG W, TAN M, et al. Improved Oral Bioavailability of Total Flavonoids of *Dracocephalum moldavica* via Composite Phospholipid Liposomes: Preparation, in-vitro Drug Release and Pharmacokinetics in Rats [J]. Pharmacogn Mag, 2016, 12: 313–318.
- [53] MORADBEYGI H, JAMEI R, HEIDARI R, et al. Fe₂O₃ nanoparticles induced biochemical responses and expression of genes involved in rosmarinic acid biosynthesis pathway in Moldavian balm under salinity stress [J]. Physiol Plant, 2020, 169: 555–570.
- [54] ZAFAR F, ASIF H M, SHAHEEN G, et al. A comprehensive review on medicinal plants possessing antioxidant potential [J]. Clin Exp Pharmacol Physiol, 2023, 50: 205–217.