

香水莲花化学成分和药理活性研究进展

余方苗^{1,2}, 徐书敏^{1,2}, 张壮伟^{1,2}, 陈琳雅^{1,2}, 曾瑜^{1,2}, 林林³

(1. 浙江海洋大学 食品与药学院, 浙江 舟山 316022; 2. 浙江省海洋生物医用制品工程技术研究中心, 浙江 舟山 316022; 3. 浙江省舟山市农业科学研究院, 浙江 舟山 316000)

摘要: 香水莲花(*Nymphaea hybrida* Peck)是一种兼具食用、药用价值和观赏价值的大型睡莲,含有丰富的植物功能性次生代谢物,其主要为黄酮、多酚、多糖和挥发油类等化学成分。研究表明,香水莲花具有抗氧化、抗衰老、改善记忆和降血脂等方面的药理活性。作者就目前国内外研究文献中对于香水莲花化学成分和药理活性的研究进展进行综述,以期为其活性价值研究和产业化发展提供参考。

关键词: 香水莲花; 化学成分; 药理活性

中图分类号: R 151.3 文章编号: 1673-1689(2021)06-0018-07 DOI: 10.3969/j.issn. 1673-1689.2021.06.003

Advances in Study on Chemical Constituents and Pharmacological Activities of *Nymphaea hybrida* Peck

YU Fangmiao^{1,2}, XU Shumin^{1,2}, ZHANG Zhuangwei^{1,2}, CHEN Linya^{1,2}, ZENG Yu^{1,2}, LIN Lin³

(1. School of Food and Pharmacy, Zhejiang Ocean University, Zhoushan 316022, China; 2. Zhejiang Provincial Engineering Technology Research Center of Marine Biomedical Products, Zhoushan 316022, China; 3. Zhoushan Academy of Agriculture Sciences, Zhoushan 316000, China)

Abstract: The flower of *Nymphaea hybrida* Peck, one of the large lotuses in Nymphaeaceae with high ornamental, food and pharmacological activities, contains abundant plant functional secondary metabolites, mainly including flavonoids, polyphenols, polysaccharides and essential oils. The current studies have shown that *Nymphaea hybrida* Peck has extensively physiological activities and multiple biological functions, especially antioxidant, anti-aging, memory improvement and hypolipidemic effect. In this review, the chemical constituents and pharmacological activities of *Nymphaea hybrida* Peck in domestic and foreign research were summarized, in order to provide theoretic basis and research prospect for the bioactive functionality studies and industrialization of *Nymphaea hybrida* Peck.

Keywords: *Nymphaea hybrid* Peck, chemical constituents, pharmacological activities

香水莲花(*Nymphaea hybrida* Peck)是睡莲科水生宿根植物,包括金、黄、紫、蓝、赤(中国红)、茶、绿、红(洋红色)、白九大色系,故俗称“九品香水莲花”或“九品莲花”等。20世纪90年代,中国台湾地

区盛产的香水莲花作为高端农业产品被引种到大陆进行栽培和产业化发展^[1]。香水莲花中不仅有碳水化合物、蛋白质等常规营养成分,还富含黄酮、多酚和多糖类化合物,目前已有以成花为原料制成的

收稿日期: 2020-04-22

基金项目: 国家级大学生创新创业训练计划项目(201710340010); 舟山市科技计划项目(2018C13207)。

作者简介: 余方苗(1983—),男,博士,副研究员,硕士研究生导师,主要从事海洋药物和功能食品方面的研究。E-mail: fmyu@zjou.edu.cn

香水莲花茶、香水莲花酒和香水莲花汤等功能食品^[2-3],还有以提取物为原料制成的香水莲花精油、纯露、面膜等化妆品上市销售^[4-5]。作者对香水莲花化学成分和药理活性的研究进展进行详细综述,旨在为促进香水莲花的产业发展和药用价值的深入研究提供参考。

1 化学成分

近年来,香水莲花整花的营养组成分析已经被广泛报道。但是,对于生物活性成分的研究仍以黄酮、多酚、多糖类和挥发油类化合物等成分为主,其中大部分化学成分的单体及其结构尚未得到分离和鉴定。

1.1 香水莲花成分分析

不同颜色香水莲花整花的常规营养成分如水分、灰分、蛋白质、总糖、粗脂肪、粗纤维的含量无明显区别,氨基酸成分共计 17 种。在蓝、紫、黄这 3 种颜色香水莲花整花的营养成分比较中,蓝色香水莲花具有较高的氨基酸总量和更接近机体正常比例的钾钠比,总酚含量也高于紫、黄色香水莲花,更富营养价值也更健康^[6]。周琦等对烘焙后的黄、白、紫、粉 4 种颜色香水莲花茶也进行了营养成分比较^[7]。4 种香水莲花茶均含有 17 种氨基酸,约占花茶氨基酸总质量分数的 30%,包括比例相对均衡的 7 种人体必需氨基酸和 9 种药用氨基酸,药用氨基酸占氨基酸总质量分数的 60.65%~64.39%。此外,香水莲花茶的鲜味氨基酸和气味芳香族氨基酸占比均在总氨基酸质量分数的 25% 以上,说明香水莲花茶不仅具有较高的营养价值和药用价值,还具有较好的风味。香水莲花茶中矿质元素含量丰富,包括 Na、K、Ca、Mg、Fe、Mn、Zn、B、Cu 等,重金属元素 Pb 和 Cd 的含量远低于国标 GB 2762—2017 规定的食品污染物限量安全标准,食用安全性高。

1.2 黄酮、多酚

在香水莲花黄酮及酚类化合物的优化提取方面,研究者们已经进行了条件的探索和优化。任红荣等采用单因素和正交优化法确定了微波提取香水莲花总黄酮的最佳工艺参数:体积分数 70% 乙醇与香水莲花粉末以液料比 25 mL:1 g 在 250 W 微波作用下提取 40 min,总黄酮得率最高可达到 2.17%^[8]。周琦等采用响应面分析法确定了浸提萃取法提取香水莲花中多酚组分的最佳工艺条件:体积分数

57% 乙醇与香水莲花粉末以液料比 48 mL:1 g 在 58 ℃ 下浸提 1.9 h,最高可以得到 8.28% 的多酚提取率^[9]。回归模型的方差分析结果显示,浸提温度、液料比、浸提时间和乙醇体积分数都是影响多酚提取率的重要影响因素。

香水莲花中的黄酮类化合物多属于黄酮醇类、黄酮醇糖苷类、酰化黄酮醇糖苷类化合物(见表 1)。目前从蓝色香水莲花的超声醇提物中分离得到了 15 种黄酮类化合物包括杨梅素、槲皮素,柚皮素,鼠李糖苷通过 3 位氧连接的杨梅素、槲皮素,鼠李糖苷通过 7 位氧连接的山柰酚,葡萄糖苷通过 7 位氧连接的杨梅素,乙酰基取代 2 位氧的鼠李糖苷通过 3 位氧连接的杨梅素、槲皮素、山柰酚,乙酰基取代 3 位氧的鼠李糖苷通过 3 位氧连接的杨梅素、槲皮素、山柰酚,以及柚皮素-5-O-葡萄糖苷和杨梅素-3'-O-(6''-O-对香豆素基)葡萄糖苷。此外,还分离得到 7 种酚酸类化合物包括没食子酸、没食子酸甲酯、短叶苏木酚酸、柯里拉京、老鹤草素、没食子酸乙酯和鞣花酸^[10]。

1.3 多糖

目前对香水莲花多糖类化合物的研究主要集中于提取分离方面,而单糖组成、生物活性分析及药效物质基础都没有得到详细和系统的研究。有研究者^[11-12]采用十六烷基三甲基溴化铵(CTAB)沉淀法对水浴提取、醇沉的香水莲花粗多糖进行了初步纯化,经 Sephadex G-150 凝胶层析用于进一步纯化粗多糖的主要成分酸性多糖(ADT)。分析了主要洗脱组分 ADT-II,其纯度为 95% 以上,相对分子质量约为 2.76×10^5 。初步的 HPLC-¹³C NMR 分析鉴定表明单糖组成主要结构单元为甲酯化半乳糖醛酸,还含有少量的半乳糖(Galactose)和甘露糖(Mannose)等单糖结构单元,但没有进一步做活性评价。紫色香水莲花心皮黏液多糖的常规热水提取物(HWMD)和超声波辅助提取物(UAMD)主要由总糖、糖醛酸、蛋白质、酚类和黄酮类化合物组成^[13]。二者都含吡喃残基的 β -连接酸性多糖,主要由葡萄糖醛酸和甘露糖组成,但 UAMD 具有更多的低相对分子质量多糖。此外,UAMD 中含有较高含量的黄酮、酚类化合物,这可能是其体外抗氧化活性优于 HWMD 的原因。

1.4 挥发油

目前已经从香水莲花鲜花挥发油中鉴定出 37

表 1 香水莲花黄酮及酚类化合物的定性鉴定

Table 1 Qualitative identification of *Nymphaea hybrida* Peck flavonoids and phenolic compounds

序号	英文名称	化合物名称	
1	Myricetin	杨梅素	黄酮类化合物
2	Quercetin	槲皮素	
3	Naringenin	柚皮素	
4	Myricetin-3-O-rhamnoside	杨梅素-3-O-鼠李糖苷	
5	Myricetin-7-O-glucoside	杨梅素-7-O-葡萄糖苷	
6	Quercetin-3-O-rhamnoside	槲皮素-3-O-鼠李糖苷	
7	Kaempferol-7-O-rhamnoside	山柰酚-7-O-鼠李糖苷	
8	Myricetin-3-O-(2''-O-Acetyl)-rhamnoside	杨梅素-3-O-(2''-O-乙酰基)鼠李糖苷	
9	Myricetin-3-O-(3''-O-Acetyl)-rhamnoside	杨梅素-3-O-(3''-O-乙酰基)鼠李糖苷	
10	Quercetin-3-O-(2''-O-Acetyl)-rhamnoside	槲皮素-3-O-(2''-O-乙酰基)鼠李糖苷	
11	Quercetin-3-O-(3''-O-Acetyl)-rhamnoside	槲皮素-3-O-(3''-O-乙酰基)鼠李糖苷	
12	Kaempferol-3-O-(2''-O-Acetyl)-rhamnoside	山柰酚-3-O-(2''-O-乙酰基)鼠李糖苷	
13	Kaempferol-3-O-(3''-O-Acetyl)-rhamnoside	山柰酚-3-O-(3''-O-乙酰基)鼠李糖苷	
14	Naringenin-5-O-glucoside	柚皮素-5-O-葡萄糖苷	
15	Myricetin-3'-O-(6''-O-p-Coumarin)-glucoside	杨梅素-3'-O-(6''-O-对香豆素基)葡萄糖苷	
16	Gallic acid	没食子酸	多酚类化合物
17	Methyl gallate	没食子酸甲酯	
18	Brevifolinicboxylic acid	短叶苏木酚酸	
19	Corilagin	柯里拉京	
20	Geraniin	老鹤草素	
21	Ethyl gallate	没食子酸乙酯	
22	Ellagic acid	鞣花酸	

种化学成分,主要有苯甲醇、6,9-十七碳二烯、正十五烷、8-十七烯、2-十七烷酮、正十六烷酸、二十一烷、叶绿醇和9,12-十八碳二烯酸等^[11,14]。花色不同的香水莲花挥发性化合物之间仅在相对含量上存在细微不同,所含成分几乎相同。通过HS-SPME-GC-MS技术从香水莲花成花中鉴定了32个挥发性

化合物,主要包括苯甲醇、十五烷、乙酸苄酯、苯甲醛、反式 α -香柠檬烯和6,9-庚二烯^[15]。但目前都未检出明显影响香气品质的单萜及倍半萜类成分,因此香水莲花挥发油呈现出与茉莉花、金银花相似的清雅独特、沁人心脾的呈香特点(见表2)。

表 2 香水莲花挥发油的化学成分组成

Table 2 Chemical composition of *Nymphaea hybrida* Peck essential oil

序号	英文名称	化合物	序号	英文名称	化合物
1	Benzaldehyde	苯甲醛	5	4-Methoxy-Benzyl Alcohol	4-甲氧基-苯甲醇
2	Benzyl Alcohol	苄醇	6	2-Methoxy-4-Vinyl Phenol	2-甲氧基-4-乙烯基苯酚
3	Benzeneethanal	苯乙醛	7	4,2-Dimethyl-Benzyl Alcohol	4,2-二甲基-苯甲醇
4	(2-Methoxyvinyl)-Benzene	(2-甲氧基乙烯基)-苯	8	2,6-Dimethyl-6-(4-Methyl-3-Pentenyl)-Bicyclo-[3,1,1]-Hept-2-Ene	2,6-二甲基-6-(4-甲基-3-戊烯基)-二环-[3,1,1]-庚-2-烯

续表 2

序号	英文名称	化合物	序号	英文名称	化合物
9	7,11-Dimethyl-3-Methylene-1,6,10-Dodecatriene	7,11-二甲基-3-亚甲基-1,6,10-十二碳三烯	37	Octadecane	十八烷
10	4-(2,6,6-Trimethyl-1-Cyclohexenyl)-3-Butene-2-One	4-(2,6,6-三甲基-1-环己烯基)-3-丁烯-2-酮	38	1-Methoxy-4-Methylbenzene	1-甲氧基-4-甲基苯
11	<i>n</i> -Pentadecane	正十五烷	39	Benzyl Alcohol	苯甲醇
12	2,6-Di-Tert-Butyl- <i>p</i> -Methylphenol	2,6-二叔丁基-对甲基苯酚	40	Acetophenone	苯乙酮
13	α -Farnesene	α -法尼烯	41	Benzyl Acetate	乙酸苯甲酯
14	3-(1,5-Dimethyl-4-Hexenyl)-6-Methylene-Cyclohexene	3-(1,5-二甲基-4-己烯基)-6-亚甲基-环己烯	42	<i>p</i> -Anisaldehyde	<i>p</i> -对甲氧基苯甲醇
15	Caryophyllene Oxide	氧化石竹烯	43	Tridecane	十三烷
16	2-(2,2-Dimethylpropyl)-2,4,5-Trimethyl-1,3-Dioxolane	2-(2,2-二甲基丙基)-2,4,5-三甲基-1,3-二氧杂环戊烷	44	<i>cis</i> -3-Hexenyl Hexanoate	顺-3-己烯基己酸酯
17	6,9-Heptadecadiene	6,9-十七碳二烯	45	7- <i>epi</i> -Sesquithujene	7- <i>epi</i> -倍半萜烯
18	9,12,15-Octadecatriene-1-ol	9,12,15-十八碳三烯-1-醇	46	Tetradecane	十四烷
19	1,4-Cyclooctadiene	1,4-环辛二烯	47	Benzyl Alcohol, 4-Methoxy-, Acetate	4-甲氧基-苯甲醇醋酸酯
20	8-Heptadecene	8-十七烯	48	α -Ionone	α -紫罗酮
21	2-Pentadecanone	2-十五烷酮	49	<i>trans</i> - α -Bergamotene	反- α -香柠檬烯
22	<i>n</i> -Heptadecane	正十七烷	50	1-(1,5-Dimethylhexyl)-4-Methylbenzene	1-(1,5-二甲基己基)-4-甲基苯
23	9-Octadecyne	9-十八炔	51	γ -Curcumene	γ -姜黄烯
24	2-Heptadecanone	2-十七烷酮	52	α -Curcumene	α -姜黄烯
25	2-Pentadecanol	2-十五烷醇	53	Zingiberene	姜烯
26	Palmitic Acid	正十六烷酸	54	α -Bisabolene	α -红没药烯
27	Cyclohexadecane	环十六烷	55	α -Sesquiphellandrene	α -倍半水芹烯
28	Hexadecyl Acetate	乙酸正十六醇酯	56	Humulene	蛇麻烯
29	9,17-Octadecadienal	9,17-十八碳二烯醛	57	Hexadecane	十六烷
30	9,12,15-Octadecatriene Acid Ethyl Ester	9,12,15-十八碳三烯酸乙酯	58	Cadalene	卡达烯
31	Heneicosane	二十一烷	59	8-Heptadecene	8-十七碳烯
32	Phytol	叶绿醇	60	2-Phenylundecane	2-苯基十一烷
33	9,12-Octadecadienoic Acid	9,12-十八碳二烯酸	61	Hexadecanal	十六烷醛
34	9,12,15-Octadecatriene Trianoic Acid	9,12,15-十八碳三烯酸	62	(3 <i>Z</i>)-3-Heptadecen-5-Yne	(3 <i>Z</i>)-3-十七碳烯-5-炔
35	1,9-Tetradecadiene	1,9-十四碳二烯	63	Eicosane	二十烷
36	Docosane	二十二烷			

2 药理活性

目前对于香水莲花生物活性的研究还以粗提物、有效部位等混合成分为主,但对单体药效成分、

药效物质基础和药理作用机制等方面研究较少,需要进一步系统深入的研究。

2.1 毒理研究

在广泛研究香水莲花的药理活性之前,需要进

行现代毒理学评价的安全性研究。通过一次最大限度急性经口毒性试验,发现雌雄性小鼠对香水莲花干粉末的经口最大耐受剂量(maximal tolerable dose, MTD)大于 15 000 mg/kg(以小鼠体质量计)。经口灌胃给予小鼠香水莲花粉末水溶物,进行为期 30 d 的长期毒性试验,期间未出现体重异常、中毒表现和死亡情况,各给药剂量组大鼠进食、大小便和活动情况正常,血液学指标、主要脏器指标和组织病理学也与空白对照组无显著差异。急性和长期毒性的现代毒理学评价结果显示香水莲花属于无毒级,食品安全性高,是一种很有发展前景的食品资源^[16]。

此外,邓金生等参照《化妆品安全技术规范》(2015 版)和中华人民共和国出入境检验检疫行业标准 SN-T-2329-2009 化妆品眼刺激性/腐蚀性的鸡胚绒毛尿囊膜试验的要求,对香水莲花水提取物进行了人体皮肤斑贴试验和眼刺激性体外评估。结果显示香水莲花水提取物对受试人皮肤和鸡胚绒毛尿囊膜无刺激性。这显示香水莲花水提取物引起人体皮肤不良反应的可能性非常低,可应用于化妆品如面膜、面霜等配方组分^[17]。

2.2 抗氧化

香水莲花含有的黄酮、多酚类和多糖类化合物均有着良好的抗氧化能力。任红荣等研究了香水莲花雄蕊和子房的 80%(体积分数)醇提取物的体外抗氧化活性^[18]。香水莲花醇提取物具有对超氧阴离子自由基($\cdot\text{O}_2^-$)及羟自由基($\cdot\text{OH}$)良好的清除能力,以及略弱于抗坏血酸的脂质过氧化抑制作用、还原能力和总抗氧化能力。相较之下,子房醇提取物的整体抗氧化能力弱于雄蕊醇提取物,这是由于雄蕊醇提取物有更高含量的黄酮化合物。

沈建福等^[6,19]比较了蓝、紫、黄 3 种颜色香水莲花整花和花瓣的乙醇提取物中总酚、花色苷含量和体外抗氧化能力。结果显示香水莲花整花醇提取物的抗氧化能力优于花瓣,蓝色和紫色整花优于黄色整花,包括更高的 DPPH 自由基(DPPH \cdot)和 $\cdot\text{OH}$ 清除能力,铁离子还原能力及过氧化氢清除能力。总酚含量与其抗氧化能力具有较高的正相关性,黄色整花中花色苷的缺失导致其总酚含量降低,进而影响了抗氧化能力。同样,周琦等^[9]研究表明香水莲花多酚含量的提高对 DPPH \cdot 、 $\cdot\text{OH}$ 清除能力,铁离子还原能力有一定量效正相关。

从恒雪等^[20]研究了二氯乙酸法除蛋白质的香水莲花多糖的体外抗氧化活性。结果显示香水莲花多糖对 DPPH \cdot 和 $\cdot\text{OH}$ 有一定的清除能力,此外还具有一定的还原力和抗脂质过氧化能力。但与抗坏血酸相比其具有较高的半数清除值,高质量浓度的香水莲花多糖溶液与抗坏血酸的抗氧化性能相当。

2.3 抗衰老

研究表明,香水莲花植株根部水提取物对于延缓模式生物秀丽隐杆线虫衰老、增长寿命有明显调节作用^[21]。香水莲花植株根部水提取物能显著延缓线虫运动行为的衰减、降低线虫生殖能力、提高线虫的热应激能力和氧化应激能力。进一步将香水莲花带雄蕊花托中洗脱分离出的纯度为 87%的黄酮类化合物和非黄酮类化合物进行对比发现,黄酮类化合物对于延缓线虫寿命的作用更为显著,是主要的功能成分^[22]。

2.4 美白保湿

酪氨酸酶作为限速酶参与人体表皮细胞黑色素的合成反应,因此抑制酪氨酸酶活性可有效减少黑色素的合成,发挥美白效用。相关体外酪氨酸酶抑制实验表明,香水莲花雄蕊、花托和带雄蕊花托的醇提取物相比,水提取物对酪氨酸酶具有更高的抑制活性,这可能是由于醇提取物具有更高含量的黄酮类化合物^[23]。在香水莲花不同部位的醇提取物中,花托、雄蕊醇提取物表现出远低于阳性对照物熊果苷($\text{IC}_{50}=0.48 \text{ mg/mL}$)的半数抑制值,分别为 0.13、0.12 mg/mL^[24]。

除此之外,浙江大学沈建福课题组对不同体积分数乙醇提取黄、蓝色香水莲花整花、子房的提取物中总酚、总黄酮、花色苷含量和体外抑制酪氨酸酶活性之间的关系进行了研究^[25]。结果显示,体积分数 60%乙醇提取黄、蓝色香水莲花整花的总酚、总黄酮、花色苷含量和酪氨酸酶抑制活性普遍高于其他体积分数乙醇提取物和子房提取物,但黄、蓝色香水莲花之间活性成分含量相似。此外,香水莲花的体积分数 60%乙醇提取物能够明显抑制 B16 黑色素瘤细胞生长增殖,抑制胞内酪氨酸酶活性和减少黑色素的合成和积累。以上研究表明香水莲花抑制酪氨酸酶活性与黄酮、酚类化合物的单一作用无明显关联,这可能是由于二者的共同作用。

香水莲花还具有补水保湿、增强锁水能力和皮肤弹性的护肤功效^[26]。通过对黄、蓝色香水莲花整花、子房不同体积分数乙醇提取物的体外吸湿率、

保湿率研究发现,蓝色香水莲花整花水提取物在各提取物中表现出在低湿度环境的最佳吸湿保湿及能力,优于阳性对照透明质酸和甘油。人体皮肤实验也表明,整花提取物较子房提取物能够显著升高皮肤水分含量和水合率,减少皮肤水分散失量和失水率,并改善皮肤弹性。

2.5 改善记忆

中枢胆碱能系统的乙酰胆碱(ACh)与认知活动和学习记忆能力显著相关,在引起各类胆碱受体兴奋后,被乙酰胆碱酯酶(AChE)立即分解失活。研究表明,香水莲花超声醇提取物对于AChE具有一定抑制作用,抑制类型为混合型可逆抑制,半数抑制值 IC_{50} 为 $(239.34 \pm 4.24) \mu\text{g/mL}$ ^[10]。对香水莲花超声醇提取物进行分步萃取发现,各萃取相黄酮、酚类化合物对于体外抑制AChE活性有显著影响。乙酸乙酯相中多种酚类化合物含量显著提高, IC_{50} 降低至 $(184.62 \pm 2.52) \mu\text{g/mL}$,没食子酸、槲皮素、鞣花酸、杨梅素和槲皮苷被认为是体外抑制AChE活性的主要功能成分。

对于东莨菪碱诱导的记忆障碍小鼠,香水莲花超声醇提取物能显著减少小鼠在Morris水迷宫定位航行的逃避潜伏期,增强小鼠空间探索能力包括穿越平台次数和目标象限停留时间,并将模型小鼠的无目的边缘型搜索轨迹转变为有目的趋向型轨迹^[27]。此外,香水莲花超声醇提取物能显著改善小鼠海马、皮质区的氧化应激水平,导致小鼠海马、皮质区AChE活性的降低和ACh含量的增加。香水莲花超声醇提取物参与影响记忆障碍小鼠的学习、记忆保持能力和认知水平的作用机制可能与负责神经元突触可塑性调节的ERK-CREB-BDNF通路的激活有关。

2.6 降脂保肝

香水莲花降脂保肝作用主要体现在抑制胰脂肪酶活性,改善肝脏氧化应激状态,缓解脂肪组织慢性炎症等方面,香水莲花富含的黄酮、酚类化合物起着重要作用。香水莲花对于高脂饲料诱导的高血脂、脂肪肝鹌鹑模型具有明显的缓解效果^[4],以香水莲花干花粉治疗高血脂和脂肪肝鹌鹑,其血清总甘油三酯(TG)和总甘油三酯(TC)水平下降,肝重指数、肝脏脂肪含量和脂肪变性程度也有明显降低。

胰脂肪酶作为机体消化吸收膳食中脂质的主要功能酶,是预防和减少肥胖的重要靶点。孙力军^[28]研究表明香水莲花雄蕊是体外抑制胰脂肪酶的有

效成分提取部位。香水莲花雄蕊醇提取物的乙酸乙酯萃取相在体外对胰脂肪酶以非竞争性抑制类型表现出最低的 IC_{50} (5.64 mg/mL),是提取香水莲花降脂功能有效成分的最佳极性提取范围。此外,香水莲花雄蕊醇提取物的乙酸乙酯萃取相在模拟肠道消化中能够以剂量依赖性抑制胰脂肪酶活性,减缓肠道对脂质的水解消化。实验中用香水莲花提取物灌胃的同时给予小鼠高脂饲料,8周后与仅高脂饲料喂养小鼠相比,喂以香水莲花提取物的小鼠肝脏指数、体重和辜、肾等器官脂肪质量显著下降。过程中,香水莲花提取物对小鼠的日摄食情况没有明显影响,但能够通过抑制胰脂肪酶活性来影响摄入脂类的消化吸收和排出(血清中TG、TC含量显著降低,粪便中TG、TC含量显著增高),改善肝脏氧化应激和脂肪组织慢性炎症,起到预防高脂饮食诱导机体肥胖和器官脂肪积累的作用^[29-30]。

2.7 抑制前列腺增生

浙江大学沈建福课题组^[9]在体外研究比较了蓝、紫、黄3种颜色香水莲花整花醇提取物及其4种分级相对体外 5α -还原酶活性的抑制作用。3种颜色整花醇提取物均对 5α -还原酶具有一定抑制作用,蓝色整花醇提取物的抑制作用最强;在蓝色整花醇提取物的4种分级相中,总酚含量与 5α -还原酶抑制作用、非那雄胺当量呈显著的正相关关系,证实香水莲花的酚类化合物是抑制 5α -还原酶的主要活性物质。在丙酸睾酮诱导的大鼠前列腺增生模型中,蓝色香水莲花整花醇提取物能显著降低大鼠前列腺指数、前列腺 5α -还原酶和酸性磷酸酶活性,前列腺上皮细胞组织的病理形态也得到改善;并且能够显著增加大鼠血清中过氧化氢酶(CAT)、谷胱甘肽过氧化物酶(GSH-Px)、总超氧化物歧化酶(T-SOD)活性,降低脂质过氧化产物丙二醛(MDA)的水平,使机体抗氧化防御能力得到显著提升^[6,31]。

3 展望

香水莲花是一种“药食同源”的天然食疗植物。涉及动物的毒理学研究表明,未发现其具有明显急、慢性食用毒性和皮肤、黏膜刺激性。香水莲花中的主要成分黄酮、多酚以及多糖类化合物等与抗氧化、抗衰老、美白保湿、改善记忆、降脂保肝和抑制前列腺增生等活性有密切关系。不同颜色的香水莲花成花提取物中有效成分含量不同,会影响后续研

究者对药理活性评价的结果比较和讨论,因此有必要在报道中对花色进行明确标注。就目前开展的药理学研究来看,香水莲花总提取物、有效部位和有效极性组分等多成分粗提物被广泛使用,然而对于富集和纯化有效物质的工艺基础研究相对较少,单体药效成分和相关药理活性的作用机制也不明确。因此在未来的研究中,应在优化富集工艺的基础

上,继续对有效成分进行结构鉴定,建立单体分子数据库,明确香水莲花的药效物质基础。结合计算机辅助药物设计技术进行作用靶点的筛选,系统深入的研究香水莲花药理活性的分子作用机制。通过对香水莲花中药效成分的不断深入研究,将进一步拓展其在开发新型单体药、食品保健品和化妆品等领域的应用范围。

参考文献:

- [1] 陈培栋. ‘九品香水莲花’问世[J]. 中国花卉园艺, 2003(24): 38.
- [2] 刘家文, 陈燕, 李晖, 等. 香水睡莲花茶制作工艺探索[J]. 农业研究与应用, 2014(5): 30-31.
- [3] 郑玲富. 香水莲花大面积引种成功[J]. 浙江林业, 2006(10): 30.
- [4] 张卫明, 姜洪芳, 徐辉, 等. 香水莲花降血脂作用的实验研究[J]. 食品工业科技, 2009, 30(2): 105-106.
- [5] 沈建福, 芦芳, 车璐, 等. 香水莲花或香水莲花制品的用途: CN103099850A[P]. 2013-05-15.
- [6] 车璐. 香水莲花抗氧化及抑制 5 α -还原酶的研究[D]. 杭州: 浙江大学, 2013.
- [7] 周琦, 祝遵凌. 香水莲花茶氨基酸组成及矿质元素分析评价[J]. 热带作物学报, 2018, 39(11): 2296-2303.
- [8] 任红荣, 姜洪芳, 单承莺, 等. 微波提取香水莲花总黄酮的工艺研究[J]. 中国野生植物资源, 2010, 29(2): 34-37.
- [9] 周琦, 曾莹, 祝遵凌. 响应面法优化香水莲花多酚的提取工艺及其抗氧化活性[J]. 现代食品科技, 2018, 34(11): 206-213.
- [10] 王微. 香水莲花提取物改善阿尔兹海默症学习记忆能力的作用研究[D]. 杭州: 浙江大学, 2019.
- [11] 徐辉. 香水莲花的化学成分及活性功能研究[D]. 南京: 南京农业大学, 2008.
- [12] 姜洪芳, 周浩宇, 石宝俊, 等. 香水莲花多糖的提取分离及结构测定[J]. 中国野生植物资源, 2017, 36(6): 19-22.
- [13] WU W, TU C, YANG W, et al. Comparative study on the physicochemical and functional properties of the mucilage in the carpel of *Nymphaea odorata* using ultrasonic and classical heating extractions[J]. **International Journal of Biological Macromolecules**, 2018, 117: 1367-1373.
- [14] 徐辉, 张卫明, 姜洪芳, 等. 香水莲花挥发油的气相色谱-质谱分析[J]. 食品研究与开发, 2008, 29(9): 108-110.
- [15] ZHOU Q, ZENG Y, SHAN J, et al. Study of volatiles from flowers of *Nymphaea hybrida* peck by HS-SPME-GC-MS [J]. **Chemistry of Natural Compounds**, 2019, 55(5): 951-952.
- [16] 金敬红, 张卫明. 香水莲花的食用安全性研究[J]. 中国野生植物资源, 2015, 34(1): 5-9.
- [17] 邓金生, 邓明玉, 黎春菊, 等. 香水莲花活性物的提取及其刺激性评价[J]. 广东化工, 2018, 45(16): 77-79.
- [18] 任红荣, 张卫明, 单承莺, 等. 香水莲花醇提取物抗氧化活性的研究[J]. 食品科技, 2010, 35(3): 209-212.
- [19] 沈建福, 车璐, 胡小明, 等. 不同颜色香水莲花抗氧化活性比较[J]. 中国食品学报, 2013, 13(4): 220-224.
- [20] 丛恒雪, 胡国胜, 王文翠, 等. 香水莲花多糖粗提物的除蛋白及抗氧化活性研究[J]. 上海交通大学学报(农业科学版), 2018, 36(6): 45-49.
- [21] ZHUANG Z H, LVU T, LI M, et al. The lifespan-extending effects of *Nymphaea hybrid* root extract in the nematode *caenorhabditis elegans*[J]. **Plant Foods for Human Nutrition**, 2014, 69(4): 304-309.
- [22] 吕婷. 利用模式生物秀丽隐杆线虫对植物提取物抗衰老的研究[D]. 南京: 南京师范大学, 2014.
- [23] 任红荣. 香水莲花多酚类组分及其抗氧化和抑制酪氨酸酶活性的研究[D]. 南京: 南京师范大学, 2010.
- [24] 任红荣, 张卫明, 单承莺, 等. 香水莲花醇提取物对酪氨酸酶抑制作用的研究[J]. 日用化学品科学, 2009, 32(12): 19-21.
- [25] 李春松, 孙玉洁, 芦芳, 等. 香水莲花提取物的美白功效研究[J]. 食品与生物技术学报, 2018, 37(7): 776-783.
- [26] 孙玉洁. 香水莲花美白保湿作用研究[D]. 杭州: 浙江大学, 2016.
- [27] 王微, 叶虔臻, 项婷, 等. 香水莲花提取物对东莨菪碱诱导记忆障碍小鼠学习记忆能力的影响[J]. 天然产物研究与开发, 2019, 31(2): 118-124.
- [28] 姚正颖, 张丹, 侯北伟, 等. 香水莲花提取物对胰脂肪酶活性的抑制作用[J]. 食品科技, 2017, 42(3): 227-231.
- [29] 董柳青. 香水莲花提取物调节脂代谢作用研究[D]. 杭州: 浙江大学, 2017.
- [30] 董柳青, 周琛媛, 赵波, 等. 香水莲花提取物对小鼠高脂膳食诱导肥胖的预防作用[J]. 中国食品学报, 2019, 19(2): 26-31.
- [31] 车璐, 吴晓琴, 郑茜茜, 等. 香水莲花抑制大鼠前列腺增生的试验研究[J]. 中国食品学报, 2015, 15(2): 28-33.