

[综 述]

香附挥发油研究进展

许 娜¹, 梁媛媛¹, 李文兵², 傅超美¹, 陈胡兰¹, 卢君蓉^{1,3*}, 王世宇^{1*}

(1. 成都中医药大学, 四川 成都 611137; 2. 西南民族大学青藏高原研究院, 四川 成都 610225; 3. 四川大学华西药学院, 四川 成都 610041)

摘要:通过对CNKI及ScienceDirect数据库进行检索,总结归纳1982年至今有关香附挥发油的文献并进行阐述。结果发现,从香附挥发油中共分离得到一百四十多种成分,包括单萜、倍半萜及其氧化物等,超临界CO₂萃取法是含香附挥发油药物工业制造中最常用的提取方法。香附挥发油具有抗氧化、抑菌、促透、抗炎等药理活性,可用于妇科、胃肠道等制剂、化妆品的制备。本文对香附挥发油的提取工艺、化学成分、药理作用以及现代制剂的全产业链现状进行综述,以期为其下一步研究与开发提供重要参考。

关键词:香附;挥发油;化学成分;提取工艺;药理作用;现代制剂

中图分类号: R284.1

文献标志码: A

文章编号: 1001-1528(2022)06-1882-07

doi:10.3969/j.issn.1001-1528.2022.06.028

香附为莎草科植物莎草 *Cyperus rotundus* L. 的干燥根茎,可生用或醋炙用,别名莎草、香附子、爪哇草等^[1],生长在热带、亚热带和温带地区,广泛分布于我国、地中海盆地以及突尼斯的东北、中部和南部等地。《本草纲目》记载:“香附之气平而不寒,香而能窜,其味多辛能散,微苦能降,微甘能和”,有行气解郁、调经止痛等功效,为疏肝理气之佳品,被誉为“气病之总司,女科之主帅”。挥发油为香附的主要活性部位,具有抗氧化、镇痛、抑菌、抗炎、雌激素样等作用。

近年来,国内外关于香附挥发油的研究逐渐增多^[2-4]。本文从香附挥发油的化学成分、提取工艺、药理作用、现代应用进行综述,以期为其进一步开发提供参考。

1 文献检索范围

在中国知网(CNKI)库中,以“香附挥发油”为主题进行检索共找到了239篇相关文献,其中研究化学成分的文献有54篇,研究药理作用的文献有33篇,研究工艺(炮制、提取、包合)设计的文献有98篇,化学成分与药理作用结合的文献有13篇,化学成分与工艺设计结合的文献有28篇,工艺设计与药理作用结合的文献有4篇,含化学成分、药理作用、工艺设计的文献有28篇。在ScienceDirect数据库中,以“essential oil of *Cyperus rotundus* L.”为主题,共检索到323篇相关文献。

由图1可知,与香附挥发油有关的国内外文献报道逐年递增,2011年至2015年以中文文献居多,2016年至2020年以英文文献居多,且在2011年至2015年间文献引用量最多,说明自2011年起,国内外学者对香附挥发油的研究逐渐增多。由图2可知,香附挥发油研究主要集中在工艺(炮制、提取、包合)设计方面,且多针对香附挥发油的药对方研究。总体而言,目前关于香附挥发油的研究方法不够新颖,研究内容较为单一。

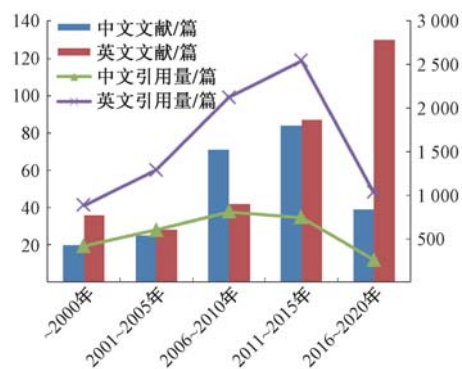


图1 香附挥发油文献年份分布

2 化学成分及其影响因素

2.1 化学成分 挥发油类成分是香附药材主要活性成分,多采用气质联用技术(GC-MS)、高效液相色谱(HPLC)

收稿日期: 2020-09-11

基金项目:国家自然科学基金青年基金项目(81803730);四川省科技厅计划项目(18YYJC);四川省科技厅苗子工程项目(2016RZ0039);成都中医药大学科技发展基金项目(ZRQN1607);成都中医药大学杏林学者科技计划“青年学者”项目(QNXZ2019032);成都中医药大学预研项目(ZRYY1746)

作者简介:许 娜(1995—),女,硕士,从事中药有效成分分析应用研究。Tel: 18298433873, E-mail: 415367102@qq.com

***通信作者:**卢君蓉(1988—),女,博士生,讲师,从事生药学与中医学研究。Tel: 18280140972, E-mail: 634589580@qq.com

王世宇(1974—),女(回族),博士,教授,从事中药炮制制剂与中药质量标准研究。Tel: 13708051074, E-mail: 497217505@qq.com

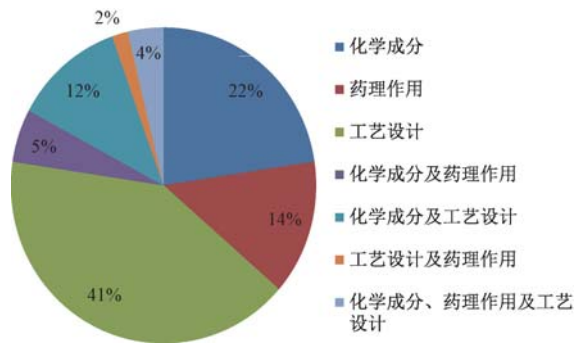


图 2 香附挥发油文献内容分布

等进行研究。目前,已从香附挥发油中分离得到一百四十多种成分,其中, α -香附酮、香附烯酮是香附挥发油的主要成分^[5-6]。本文对香附挥发油中的单萜、倍半萜及其氧化物类成分进行总结,包括单萜(1~8)、桉烷型倍半萜(9~24)、愈创木烷型倍半萜(25~31)、广藿香烷型倍半萜(32~45)、丁香烷型倍半萜(46~51)、杜松烷型倍半萜(52~63)、胡椒烷型倍半萜(64~67)、单环型倍半萜(68~72)、rotundane 型倍半萜(73~78)、其他类型倍半萜(79~86),见表 1、图 3~9。

表 1 香附挥发油化学成分

编号	类型	成分	文献	编号	类型	成分	文献
1	单萜	α -蒎烯	[3,7-8]	46	丁香烷型倍半萜	丁香烯	[8]
2		β -蒎烯	[3]	47		考布松	[8]
3		桉叶素	[3]	48		异考布松	[8]
4		樟烯	[8]	49		caryophyllene-6,7-oxide(β -caryophyllene-6,7-oxide)	[9]
5		柠檬烯	[3]	50		carophylla-6-one	[8]
6		对-聚伞花素	[3]	51		caryophyllene- α -oxide	[9]
7		γ -聚伞花素	[9]	52	杜松烷型倍半萜	α -毕澄茄烯	[4]
8		α -紫罗兰酮	[3]	53		β -毕澄茄烯	[4]
9	桉烷型倍半萜	α -芹子烯	[9-11]	54		γ -毕澄茄烯	[4]
10		β -芹子烯	[8]	55		δ -毕澄茄烯	[9]
11		α -香附酮	[3]	56		去氢白菖烯	[9]
12		β -香附酮	[3]	57		4,7-二甲基-1-四氢萘酮	[9]
13		香附醇	[8]	58		10,12-peroxycalamenene	[9]
14		异香附醇	[8]	59		γ -去二氢菖蒲烯	[9]
15		α -莎草醇	[3]	60		反式白菖烯	[9]
16		β -莎草醇	[3]	61		卡达烯	[9]
17		4 α ,5 α -环氧-11-3 α -烯桉叶醇	[9]	62		α -依兰油烯	[9]
18		诺卡酮	[9]	63		γ -依兰油烯	[9]
19		eudesma-4	[9]	64	胡椒烷型倍半萜	古巴烯	[8]
20		nootkatene	[9]	65		α -古巴烯	[4]
21		瓦伦烯	[8]	66		古巴二烯	[8]
22		epi- α -芹子烯	[9]	67		mustakone	[9]
23		α -香附烯	[4]	68	单环型倍半萜	α -榄香烯	[4]
24		芹子三烯	[9]	69		β -榄香烯	[9]
25	愈创木烷型倍半萜	莎草萸酮	[8]	70		α -律草烯	[9]
26		环氧莎草萸	[8]	71		cyperadione	[9]
27		γ -古芸烯	[11]	72		cyprotene	[11]
28		异莰术烯醇	[8]	73	rotundane 型倍半萜	4,5-secoeudesmanolide 及其异构体	[9]
29		愈创木酚	[9]	74		rotundene	[9]
30		epi-愈创醇	[9]	75		rotundenol	[9]
31		δ -愈创木烯	[4]	76		(-)-norrotundene	[9]
32	广藿香烷型倍半萜	香附子烯	[3]	77		(-)-isorotundene	[9]
33		香附子烯-2,5,8-三醇	[9]	78		cyclic acetal	[9]
34		sugetriol triacetate	[8]	79	其他类型倍半萜	香附醇酮	[9]
35		sugeonol	[9]	80		异莰术烯醇	[11]
36		香附子烯-2-酮-8-醇乙酸酯	[8]	81		马兜铃酮	[9]
37		广藿香烯酮	[3]	82		(-)-clovane-2,9-diol	[9]
38		香附烯酮	[3]	83		norcyperone	[9]
39		isopatchoula-3,5-diene	[9]	84		马兜铃酸	[3]
40		广藿香烯醇乙醇酯	[9]	85		白菖烯	[3]
41		香附萸酮	[11]	86		蒎烯酮	[4]
42		cypera-2,4-(15)-diene	[9]				
43		cypera-2,4-diene	[9]				
44		cyperenoic acid	[9]				
45		sugebiol	[8]				

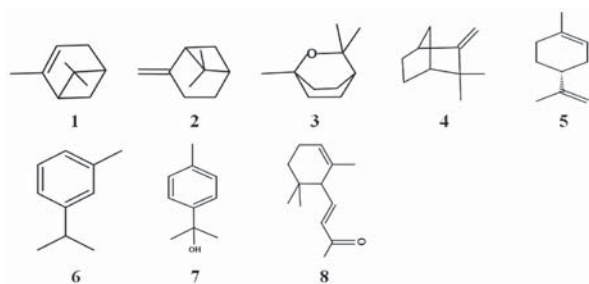
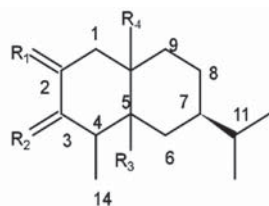
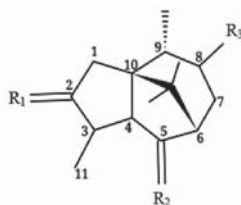


图 3 香附挥发油中单萜化合物结构式



- 9 $R_1=R_2=H, H, R_3=H, R_4=CH_3, \Delta^{3(4^2) \cdot 11}$
 10 $R_1=R_2=H, H, R_3=H, R_4=CH_3, \Delta^{4(14^2) \cdot 11}$
 11 $R_1=H, H, R_2=O, R_3=H, R_4=CH_3, \Delta^{4(5^2) \cdot 11}$
 12 $R_1=H, H, R_2=O, R_3=H, R_4=CH_3, \Delta^{4(5^2) \cdot 6}$
 13 $R_1=H, H, R_2=OH, H, R_3=H, R_4=CH_3, \Delta^{4(5^2) \cdot 11}$
 14 $R_1=H, H, R_2=OH, H, R_3=H, R_4=CH_3, \Delta^{4(14^2) \cdot 11} (3\alpha\text{-form})$
 15 $R_1=O, R_2=H, R_3=OH, R_4=CH_3, \Delta^{3 \cdot 11} (5\alpha\text{-form})$
 16 $R_1=O, R_2=H, R_3=OH, R_4=CH_3, \Delta^{3 \cdot 11} (5\beta\text{-form})$
 18 $R_1=O, R_2=H, H, R_3=CH_3, R_4=H, \Delta^{4(5) \cdot 11}$
 19 $R_1=H, H, R_2=OH, H, R_3=H, R_4=CH_3, \Delta^{4(14) \cdot 11} (3\alpha\text{-form})$
 20 $R_1=R_2=H, H, R_3=CH_3, R_4=H, \Delta^{1 \cdot 9 \cdot 11}$
 21 $R_1=R_2=H, H, R_3=CH_3, R_4=H, \Delta^{1(10^2) \cdot 11}$
 24 $R_1=R_2=H, H, R_3=H, R_4=CH_3, \Delta^{4(14^2) \cdot 8(9^2) \cdot 7(11^2)}$

图 4 香附挥发油中桉烷型倍半萜化合物结构式



- 32 $R_1=R_2=R_3=H, H, \Delta^3$
 33 $R_1=R_2=R_3=H, OH, \Delta^3$
 34 $R_1=R_2=R_3=H, OAc, \Delta^3$
 35 $R_1=O, R_2=H, OH, R_3=H, H, \Delta^3$
 36 $R_1=O, R_2=H, OAc, R_3=H, H, \Delta^3$
 37 $R_1=R_3=H, H, R_2=O, \Delta^3$
 38 $R_1=O, R_2=R_3=H, H, \Delta^3$
 40 $R_1=H, H, R_2=H, OAc, R_3=H, H, \Delta^3$
 42 $R_1=R_2=R_3=H, H, \Delta^{1 \cdot 3(11)}$
 43 $R_1=R_2=R_3=H, H, \Delta^{1 \cdot 3}$
 45 $R_1=R_2=H, OH, R_3=H, H, \Delta^3$

图 5 香附挥发油中广藿香烷型倍半萜化合物结构式

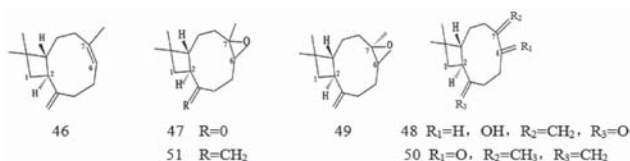
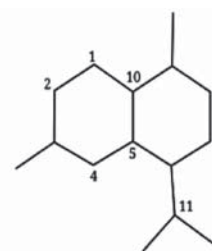


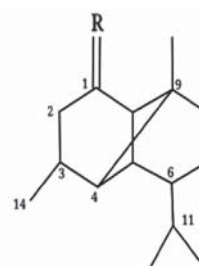
图 6 香附挥发油中丁香烷型倍半萜化合物结构式

2.2 影响因素 具体见表 2。



- 55 $\Delta^{3(4^2) \cdot 9}$
 56 $\Delta^{1 \cdot 3 \cdot 5(10^2)}$
 60 *trans*-56
 61 $\Delta^{1 \cdot 3 \cdot 6 \cdot 8 \cdot 5(10^2)}$
 62 $\Delta^{3 \cdot 8(9^2)}$

图 7 香附挥发油中杜松烷型倍半萜化合物结构式



- 64 $R=H, H, \Delta^2$
 66 $R=H, H, \Delta^{1 \cdot 3(14)}$
 67 $R=O, \Delta^2$

图 8 香附挥发油中胡椒烷型倍半萜化合物结构式

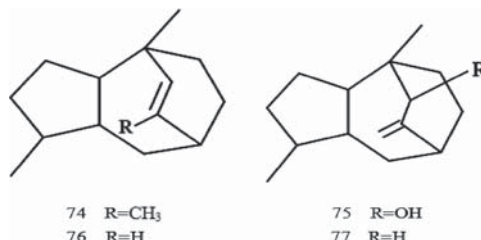


图 9 香附挥发油中 rotundane 型倍半萜化合物结构式

3 提取工艺

挥发油的提取方法有很多,包括水蒸气蒸馏法、溶剂提取法、压榨法、吸收法、微波提取法、超声提取法、超临界流体萃取法和亚临界水提取法^[20]等。在香附挥发油药对处方研究中,挥发油的提取还用过提取-共沸精馏耦合技术^[21]、共水蒸馏法与隔水蒸馏法^[18]等。相比传统的水蒸气蒸馏法,超临界 CO₂ 萃取法提取效率更高,目前是香附挥发油药物工业制造中最常用的提取方法。在提取过程中,药物粉碎度、加水倍数、提取时间等因素往往会影响挥发油提取效率,条件下不同的最优工艺的选择不同,见表 3。

4 药理作用

香附挥发油具有抗氧化、抗炎、抗过敏、抑菌、镇痛、雌激素样^[26-27]、促透皮^[28-30]、杀虫^[31]等作用,见表 4。香附药理作用的研究虽然取得了一定的成果,但多集中于提取物或药对方,对挥发油活性单体化合物的研究主要集中于倍半萜。

表 2 香附挥发油在不同条件下成分种类及含量差异

影响因素		种类及含量差异	文献
产地	主产地	从汶香附挥发油中分离得到 34 个化合物,主要为香附烯(14.78%)、 β -香附酮(14.41%)、 α -香附酮(12.57%)	[12-13]
	其他产地	海南香附中香附烯含量为 4.12%、 α -香附酮含量为 27.80%;江苏香附生品挥发油成分 82 种, α -香附酮含量为 19.0%,香附烯含量为 5.6%;安徽香附挥发油成分 73 种, α -香附酮含量为 9.3%,香附烯含量为 4.6%;河南产香附挥发油成分 77 种, α -香附酮含量为 17.0%,不含香附烯	
炮制方法	四制	与生品组比较,香附四制后挥发油种类比生品多二十余种,主成分总量及 α -香附酮含量明显更高	[13-17]
	醋制 炒炭	醋制后香附挥发油中 α -香附酮等成分含量降低,成分种类增加 炮制后香附挥发油中香附烯含量降低,特别是 β -蛇床烯等成分,经炒炭后消失	
提取方法	共水蒸馏法与隔水蒸馏法	挥发油主要成分一致,但共水蒸馏法提取的挥发油含量比隔水蒸馏法更高	[18]
	水蒸馏法、萃取法、超临界流体萃取法	萃取法提取效率最高,超临界流体萃取法对 α -香附酮、 β -香附酮的提取选择性最好	[19]

表 3 香附挥发油提取工艺优化

提取方法	设计方法	优选工艺	文献
水蒸气蒸馏法	正交设计	提取时间为 2 h,料液比为 1:3,浸泡时间为 18 h,提取次数为 2 次	[22]
水蒸气蒸馏法	Box-Behnken 响应面法	提取时间为 6 h,料液比为 1:5,浸泡时间为 2.5 h	[23]
水蒸气蒸馏法	星点设计-效应面法	料液比为 1:10,浸泡时间为 70 min,提取时间为 9 h	[24]
超临界萃取法	响应面法	萃取温度为 37.6 $^{\circ}\text{C}$,萃取压力为 29.44 MPa,萃取时间为 119.8 min, CO_2 体积流量为 20.9 L/h	[25]

表 4 香附挥发油药理作用

药理作用	方法	作用机制	活性成分	文献
透皮特性及对苯二氮类药物 的促透	以离体大鼠皮肤为渗透屏障,4 种苯二氮类药物为模型药物,氮酮为对照,用改良的 Frans 扩散池来考察透皮特性	分子的结构及其亲脂性	不明	[28-30]
抗氧化	ABTS、DPPH 自由基清除能力试验,铁还原能力(FRAP)试验,Cu、AAPH ⁺ 诱导的蛋白质氧化损伤保护试验,Fe、AAPH ²⁺ 诱导的 DNA 氧化损伤保护试验	清除自由基、氧化损伤蛋白质	香附烯、 α -香附酮	[32-33]
抑菌	牛津杯法检测抑菌活性,试管二倍稀释法检测 MIC、MBC,生长曲线检测,流式细胞仪检测香附挥发油对细菌死亡率的影响	可能与促进细胞膜中的蛋白质变性以及磷脂反应破坏细胞膜的通透性有关	香附烯 I、II	[4,32,34-35]
抗炎	急性炎症模型采用角叉菜胶致大鼠足肿胀、蛋清致大鼠足肿胀、二甲苯致小鼠耳廓肿胀法	不明	三萜类化合物	[27]
解热	2,4-二硝基苯酚致大鼠发热模型	不明	三萜类化合物	[27]
镇痛	小鼠醋酸扭体反应、小鼠热板法	不明	香附烯酮、 α -香附酮	[27,36-37]
雌激素样	小鼠离体子宫平滑肌收缩实验、缩宫素致小鼠痛经实验	可能与抑制 p42/44MAPK 磷酸化水平和 Cx43 表达,调节 TXB2/6-Keto-PGF1 α 平衡及抗氧化作用相关	α -香附酮	[38]
消化系统	体内半固体糊碳末推进法、体外噤唑蓝(MTT)细胞法	促胃肠动力的生物活性,促小肠平滑肌细胞增殖	α -香附酮	[39]
抗血小板	体内外血小板聚集实验	抑制胶原、凝血酶或血小板最大聚集率引起的血小板聚集	诺卡酮	[40]
抗抑郁	网络药理学、小鼠行为绝望模型	小鼠脑皮质中 5-羟色胺(5-HT)水平升高	不明	[41]
细胞凋亡	MTT 法检测 LDH 活性	诱导细胞钙超载,增加氧化损伤,抑制能量代谢致线粒体结构和功能受损,从而使线粒体凋亡通路激活诱导 A549 细胞凋亡	不明	[42]

5 现代应用制剂与相关专利

香附挥发油具有抗氧化、抑菌、抗炎、雌激素样等作用,在妇科疾病、胃部疾病方面的应用最多,在市面常见的制剂有九味蒲公英胶囊^[43]、夏王散结胶囊^[44]、乳癖康胶囊^[45]、肝复乐胶囊^[46]、气滞胃痛颗粒^[21,47]、胃炎片一号^[48]等,在其他作用方面的应用较少。香附挥发油也可作为良好的透皮吸收促进剂,在外用制剂中应用广泛,如用于治疗 and 缓解偏头痛、妇科疼痛等症状^[49-50]。

香附挥发油具有抑菌作用。香附挥发油及其乙醇提取物与牡丹皮挥发油、川芎挥发油配合使用,能抑制化妆品中易滋生的5种有害菌种(金黄色葡萄球菌、大肠杆菌、绿脓杆菌、白色念珠菌、黑曲霉)的生长^[51]。

目前,以香附挥发油为主题的专利有87个,其中大部分专利与香附药对、处方或混合精油相关,如宫环止血片^[52]、乌鸡白凤丸分散片^[53]、通乳胶囊^[54]等。在其他方面运用较少,如制作保健营养腊肉^[55]、助消化胡萝卜彩色面条^[56]和抹茶千层饼^[57]等。在单独香附挥发油相关研究中, α -香附酮可作为透皮吸收促进剂^[58]进行应用。

6 讨论

6.1 化学成分与药理作用研究 香附为多年生草本,分布广泛,不同产地的加工方式也有区别。目前,对香附挥发油的成分分析方法较为单一,对挥发油成分与药材的产地、采收年限、产地加工方式等的内在关联分析不够全面,后续研究可采用主成分分析、聚类分析等化学计量学方法,更加准确反映香附挥发油成分与产地、采收年限、产地加工间的相关性,更好地保障其作为制剂、化妆品中间体的质量。在药理药效作用的分析研究中,可以引入代谢组学、肠道微生物学等研究理念,以进一步探究药物作用历程。

6.2 挥发油提取方法及评价指标研究 中药挥发油提取方法有水蒸气蒸馏法、超临界CO₂萃取法、亚临界流体萃取法、微波法、压榨法、超声法等。中药挥发油的提取方法不同,挥发油提取率、有效成分种类、含量、稳定性等也会有影响。在2020年版《中国药典》四部2204挥发油测定法中只提到挥发油提取的2种方法,然而查阅文献发现不同中药挥发油提取的方法并不相同,需要进一步考察。除了少部分文献直接选择水蒸气蒸馏法作为中药挥发油提取方法外,多数文献是将水蒸气蒸馏法与其他方法比较,以挥发油提取率、成分含量等作为指标优选最合适的提取方法,但是中药挥发油发挥功效讲究整体性,仅仅依靠单个标志成分含量和挥发油提取率作为指标评价提取效率十分片面。为保证挥发油提取方法更加合理,在后续挥发油提取研究中,评价指标有待进一步完善。

6.3 相关制剂、产品开发应用 目前,市场中香附挥发油多与其他药结合成药用于治疗神经系统、心血管系统、消化系统疾病,生产为胶囊、软胶囊、片剂与颗粒剂等,在其他剂型方面的研究相对较少。药理作用研究表明,香附挥发油除了具有抗炎、抗过敏、抑菌、镇痛、雌激素样作用外,还具有促透作用。透皮性是经皮给药制剂的必备特性

之一,经皮给药能够有效避免一般用药的首过效应、胃肠道刺激以及对肝脏的毒副作用,对于部分特殊人群,还可克服服用量大、服用困难等缺陷。因此,下一步可以将香附挥发油开发成经皮给药制剂,如膏剂、贴剂等,经穴位敷贴或局部给药,以适用于疾病治疗,或开发成含天然成分的护肤用品等投入化妆品领域,从而进一步扩大香附的应用范围,满足市场需求。

参考文献:

- [1] Dhar P, Dhar D G, Rawat A K S. Medicinal chemistry and biological potential of *Cyperus rotundus* Linn: an overview to discover elite chemotype (s) for industrial use [J]. *Ind Crop Prod*, 2017, 108: 232-247.
- [2] 潘少斌,孔娜,李静,等. 香附化学成分及药理作用研究进展[J]. 中国现代中药, 2019, 21(10): 1429-1434.
- [3] 陈志坚,胡璇,刘国道. 香附的化学成分及药理作用研究进展[J]. 安徽农业科学, 2017, 45(36): 113-115.
- [4] 田友清,丁平. 香附挥发油的研究进展及其开发前景[J]. 中国药业, 2010, 19(3): 1-2.
- [5] 郭慧玲,胡强,胡律江,等. 香附烯酮在Caco-2细胞模型中的转运机制分析[J]. 中国实验方剂学杂志, 2019, 25(23): 110-115.
- [6] Aghassi A, Naeemy A, Feizbakhsh A. Chemical composition of the essential oil of *Cyperus rotundus* L. from Iran [J]. *J Essent Oil Bear Plants*, 2013, 16(3): 382-386.
- [7] 陈运,赵韵宇,王晓轶,等. 鲜香附挥发油镇痛活性及其GC-MS分析[J]. 中药材, 2011, 34(8): 1225-1229.
- [8] 徐晓婷,邓志鹏,仲浩,等. 香附化学成分及药理作用研究进展[J]. 齐鲁药事, 2012, 31(8): 473-475.
- [9] 徐燕,李大祥,凌铁军,等. 香附化学成分研究进展[J]. 中国实验方剂学杂志, 2010, 16(11): 214-218.
- [10] Chhabra B R, Sharma A, Dhillon R S, et al. Three new sesquiterpenes from nutgrass (*Cyperus rotundus* L.) and their evaluation as plantgrowth regulators [J]. *Res J Chem Envir*, 2002, 6(4): 57.
- [11] 黄险峰,彭国平. 香附的化学成分及药理研究进展[J]. 中药材, 2003, 26(1): 65-68.
- [12] 李松涛. 汶香附挥发油 GC-MS 化学成分分析[J]. 药学研究, 2013, 32(12): 683-685.
- [13] 刘亚萍,于生,陈佩东. 不同产地的香附及香附炭挥发油成分分析[J]. 中国药业, 2013, 22(16): 13-14.
- [14] 梁国娣,蔡萍,黄莉. “建昌帮”四制香附与生品香附挥发油成分的差异分析[J]. 世界最新医学信息文摘, 2018, 18(99): 5-7.
- [15] 胡律江,胡志方,郭慧玲,等. 四制香附与生品香附挥发油成分的比较[J]. 中国实验方剂学杂志, 2012, 18(22): 112-116.
- [16] 盛菲亚,卢君蓉,彭伟,等. 香附炮制前后挥发油的GC-MS指纹图谱对比研究[J]. 中草药, 2013, 44(23): 3321-3327.
- [17] 李艳苹,孟辉,苏海潇,等. 不同炮制方法对醋香附中

- 主要成分含量的影响[J]. 华西药理学杂志, 2019, 34(4): 427-430.
- [18] 齐 菲, 史亚军, 崔春利, 等. 共水蒸馏法提取香附-艾叶挥发油的工艺优化及与隔水蒸馏法提取的 GC-MS 比较[J]. 华西药理学杂志, 2018, 33(5): 529-534.
- [19] Tam C U, Yang F Q, Zhang Q W, *et al.* Optimization and comparison of three methods for extraction of volatile compounds from *Cyperus rotundus* evaluated by gas chromatography-mass spectrometry [J]. *J Pharm Biomed Anal*, 2007, 44(2): 444-449.
- [20] 伍振峰, 王赛君, 杨 明, 等. 中药挥发油提取工艺与装备现状及问题分析[J]. 中国实验方剂学杂志, 2014, 20(14): 224-228.
- [21] 郑 鹏, 赵 昭, 顿佳颖, 等. 两种方法提取气滞胃痛颗粒方中枳壳与香附总挥发油的效果比较[J]. 中国药房, 2019, 30(12): 1640-1644.
- [22] 林三清, 周中流, 张华林, 等. 香附挥发油的提取工艺及其化学成分研究[J]. 岭南师范学院学报, 2017, 38(3): 52-62.
- [23] 赵 锋, 李江英, 张炜华. Box-Behnken 响应面法优化和肝脾颗粒中肉桂与香附总挥发油的提取工艺[J]. 中国药房, 2015, 26(25): 3545-3547.
- [24] 王建平, 张咏梅, 陈晓峰, 等. 星点设计-效应面法优选无糖型胃炎灵颗粒剂中的挥发油提取工艺[J]. 现代中药研究与实践, 2015, 29(3): 53-55.
- [25] Wang H W, Liu Y Q, Wei S L, *et al.* Application of response surface methodology to optimise supercritical carbon dioxide extraction of essential oil from *Cyperus rotundus* Linn [J]. *Food Chem*, 2012, 132(1): 582-587.
- [26] 胡栋宝, 陆卓东, 伍贤学. 中药香附子化学成分及药理活性研究进展[J]. 时珍国医国药, 2017, 28(2): 430-432.
- [27] 解宇环, 沈映君, 纪广亮, 等. 香附、藿香挥发油抗炎、镇痛、解热作用的实验研究[J]. 四川生理科学杂志, 2005, 27(3): 137.
- [28] 周晓伟. 香附挥发油对苯二氮类药物促透皮作用研究[D]. 西安: 第四军医大学, 2012.
- [29] 刘 梅, 郭淑云, 田亚珍, 等. 香附挥发油透皮特性及其对吡啶美辛促透皮作用的研究[J]. 中国医药导报, 2013, 10(3): 26-28.
- [30] 刘楠楠, 郭淑云, 王庆伟, 等. 香附挥发油透皮特性及对乙酰氨基酚的促透皮作用[J]. 医药导报, 2013, 32(9): 1127-1130.
- [31] Janaki S, Zandi-Sohani N, Ramezani L, *et al.* Chemical composition and insecticidal efficacy of *Cyperus rotundus* essential oil against three stored product pests [J]. *Int Biodeterior Biodegrad*, 2018, 133: 93-98.
- [32] 郝董林. 香附精油的抗氧化、抑菌活性及抑菌机理研究[D]. 临汾: 山西师范大学, 2016.
- [33] Ardestani A, Yazdanparast R. *Cyperus rotundus* suppresses AGE formation and protein oxidation in a model of fructose mediated protein glycoxidation international [J]. *Int J Biol Macromol*, 2007, 41(5): 572-578.
- [34] Zhang L L, Zhang L F, Hu Q P, *et al.* Chemical composition, antibacterial activity of *Cyperus rotundus* rhizomes essential oil against *Staphylococcus aureus* via membrane disruption and apoptosis pathway [J]. *Food Control*, 2017, 80: 290-296.
- [35] Yazdani M, Tahmasebi E, Shokri M, *et al.* Cell toxicity and inhibitory effects of *Cyperus rotundus* extract on *Streptococcus mutans*, *Aggregatibacter actinomycetemcomitans* and *Candida albicans* [J]. *Eur J Transl Myol*, 2018, 28(4): 362-369.
- [36] 吴 莎, 郭 丽, 许永崧, 等. 药对川芎-香附对硝酸甘油偏头痛大鼠单胺类神经递质、一氧化氮和一氧化氮合酶的影响[J]. 中华中医药学刊, 2018, 36(9): 2110-2112.
- [37] 范恺磊, 蔡 皓, 刘 晓, 等. 香附与艾叶对治疗原发性痛经作用机制的研究进展[J]. 中药新药与临床药理, 2017, 28(1): 139-143.
- [38] 丁 平, 田友清, 陈国胜. 香附油滴丸抗痛经作用研究[J]. 中药新药与临床药理, 2015, 26(1): 57-60.
- [39] 张跃飞, 李 鑫, 孟宪生, 等. 香附挥发油的生物活性及其 GC-MS 分析[J]. 中国实验方剂学杂志, 2015, 21(14): 32-35.
- [40] Seo E J, Lee D U, Kwak J H, *et al.* Antiplatelet effects of *Cyperus rotundus* and its component (+) -nootkatone [J]. *J Ethnopharmacol*, 2011, 135(1): 48-54.
- [41] 刘 欢, 张孟历, 于 猛, 等. 醋制香附挥发油抗抑郁活性及化学成分分析[J]. 药物评价研究, 2020, 43(3): 436-442.
- [42] 宋必卫, 杨轶安. 香附挥发油诱导 A549 细胞凋亡作用[J]. 浙江工业大学学报, 2019, 47(1): 92-97.
- [43] 兰 杨, 韩 丽, 吕珊珊, 等. 九味蒲公英胶囊挥发油包合工艺及包合物稳定性研究[J]. 现代中药研究与实践, 2017, 31(5): 60-64.
- [44] 徐 莉. 夏王散结胶囊药学研究[D]. 济南: 山东中医药大学, 2015.
- [45] 黄蒙蒙. 乳癖康胶囊的制备工艺及质量标准研究[D]. 济南: 山东中医药大学, 2014.
- [46] 王传杰, 高立霞, 马全龙, 等. 肝复乐胶囊中挥发油提取工艺研究[J]. 泰山医学院学报, 2014, 35(3): 217-218.
- [47] 郑 鹏, 赵 昭, 李佳佳, 等. 气滞胃痛颗粒中挥发性成分提取工艺的优化[J]. 中成药, 2019, 41(6): 1214-1218.
- [48] 严志强. 胃炎片一号的药学研究[D]. 南京: 南京中医药大学, 2016.
- [49] 徐 晖, 王小芳, 唐 星, 等. 一种包含川芎和香附的经皮给药凝胶膏剂: 中国, 102406794A[P]. 2012-04-11.
- [50] 刘布鸣, 徐 朋. 治疗腹痛和妇女痛经的外用制剂及其制备、质量控制方法: 中国, 101732645A[P]. 2010-06-16.
- [51] 曲 哲. 六种药用植物的抑菌性及应用研究[D]. 上海: 上海交通大学, 2017.
- [52] 尤昭玲, 黄礼杰, 颜胜利. 宫环止血片的配方及制备工艺: 中国, 1397316[P]. 2003-02-19.
- [53] 王 磊, 金兆祥, 王 琳, 等. 一种乌鸡白凤分散片: 中国, 104740236B[P]. 2019-03-15.

- [54] 佚名.一种通乳胶囊及其制备方法:中国,108619353A[P]. 2018-10-09.
- [55] 黄泽宋.一种保健营养腊肉的制作方法:中国,107319375A[P]. 2017-11-07.
- [56] 周关键.一种助消化胡萝卜彩色面条及其制备方法:中国,108056382A[P]. 2018-05-22.
- [57] 佚名.一种抹茶千层饼及其制备方法:中国,CN201810039911.3[P]. 2018-05-15.
- [58] 王庆伟,刘雪英,李晓晔,等. α -香附酮作为天然透皮吸收促进剂的应用:中国,201210040911.8[P]. 2012-02-23.

芭蕉化学成分和药理作用研究进展

张 宝^{1,2}, 杨 红¹, 赵 珊¹, 田洪星¹, 蒋 礼², 王永林³, 李勇军^{2*}, 李 悦^{1*}

(1. 贵阳市妇幼保健院药学部, 贵州 贵阳 550003; 2. 贵州医科大学民族药与中药开发应用教育部工程研究中心/省部共建药用植功效与利用国家重点实验室, 贵州 贵阳 550004; 3. 贵州医科大学贵州省药物制剂重点实验室, 贵州 贵阳 550004)

摘要:芭蕉为芭蕉科芭蕉属植物,其花或根茎均可入药,在我国有着悠久的药用历史。研究发现,芭蕉主要含有挥发油类、酚类、phenalenone 类、生物碱类、萜的衍生物等成分,具有抗炎、抑菌、抗肿瘤、促进骨形成、降血糖、降血压等药理作用。本文对芭蕉的化学成分和药理作用进行综述,以期为其进一步研究和开发利用提供参考。

关键词:芭蕉;化学成分;药理作用

中图分类号: R284.1; R285.5

文献标志码: A

文章编号: 1001-1528(2022)06-1888-07

doi: 10.3969/j.issn.1001-1528.2022.06.029

芭蕉 *Musa basjoo* Sied. et Zucc. 为芭蕉科芭蕉属植物,原产于东亚热带地区,在我国主要产于广西、云南、贵州、四川等地^[1-2]。作为我国传统药物,芭蕉在《日华子本草》《本草从新》中均有记载,已有一千余年的药用历史,现收载于《贵州省中药材民族药材质量标准(2019年版)》^[3-4]。芭蕉的花和根茎均可入药,味甘、性寒,归胃、脾、肝经,具有清热解毒、止渴利尿等功效,可用于风热头痛、水肿脚气、血淋、肌肤肿痛、丹毒等疾病^[3,5]。目前,以芭蕉为主要原料的制剂如骨康胶囊、肿痛舒喷雾剂等广泛应用于临床。芭蕉中含有挥发油类、酚类、phenalenone 类、生物碱类、萜的衍生物等成分,具有抗炎镇痛、促进骨形成、抑菌、抗肿瘤、降血糖、降血压等药理作用^[6-9],但文献对其归纳报道较少。因此,本文对1989年至2021年的国内外相关文献进行归纳,对芭蕉化学成分和药理作用进行综述,以期对芭蕉的深入研究和开发提供参考。

1 化学成分

1.1 挥发油 挥发油,俗称精油,是一类可随水蒸气蒸馏得到的与水不相混溶的挥发性油状成分的总称,通常由萜烯类、醛类、酯类、醇类等成分组成,具有抗炎、抗过敏、抗氧化、抗病毒、抗突变、驱虫等作用^[10]。芭蕉的花和根茎中均含有丰富的挥发油,目前,通过 GC-MS 法从芭蕉中共分离得到 71 个挥发油类化合物(1~71)^[11-13],见表 1。

1.2 酚类 酚类成分具有抑菌、抗氧化、抗肿瘤等作用^[14]。目前,从芭蕉中分离得到了 27 个酚类化合物^[15-20],包括 8 个简单酚类化合物(72~79),3 个含萘环的酚类化合物(80~82),2 个酚苷类化合物(83~84),5 个黄酮类化合物(85~89),4 个姜黄素类化合物(90~93),5 个其他化合物(94~98),见表 2,结构式见图 1。

1.3 phenalenone 类 phenalenone 类化合物是 3 个苯环两两联的植物抗毒素,主要分布在芭蕉科、血草科等高等植物中^[21],具有抗菌、杀虫、降糖、抗氧化、抗病毒等活性^[22-24]。迄今为止,已从芭蕉中分离得到 12 个 phenalenone 类化合物(99~111)^[16-19],见表 3,结构式见图 2。

收稿日期: 2020-07-22

基金项目: 国家自然科学基金资助项目(U1812403); 贵州省创新人才团队项目(20165613, 20165677); 贵州省中医药、民族医药科学技术研究专项项目(QZYY-2021-176)

作者简介: 张 宝(1993—),男,硕士,从事中药药效物质基础及质量控制研究。Tel: 18798753353, E-mail: 1004800340@qq.com

* 通信作者: 李勇军(1973—),教授,博士生导师,从事中药药效物质基础及质量控制研究。Tel: (0851) 86908468, E-mail: liyongjun026@126.com

李 悦(1976—),硕士,副主任药师,从事临床药学、医院药学研究。Tel: (0851) 85960001, E-mail: liyue_0407@163.com