

藿香正气方挥发油提取工艺优化及 GC-MS 分析

连益纯^{1,2,3}, 张东元^{1,2,3}, 杨辉^{2,3*}, 段银颖^{2,3}, 翁澄莹^{1,2,3}, 李知瑾^{2,3}, 林静^{2,3}, 罗友华^{2,3*}

(1. 福建中医药大学药学院, 福建 福州 350122; 2. 厦门市医药研究所, 福建 厦门 361008; 3. 厦门市天然药物研究与开发重点实验室, 福建 厦门 361008)

摘要: 目的 优化藿香正气水挥发油提取工艺, 并进行 GC-MS 分析。方法 采用 2020 年版《中国药典》方法提取挥发油, 筛选提取时间和路线, GC-MS 法分析挥发油成分差异。结果 广藿香粉、紫苏叶粉、苍术粉、陈皮粉、白芷粉、姜厚朴粉、干姜粉挥发油含量分别为 1.58%、0.28%、2.15%、0.34%、0.16%、0.62%、1.51%, 最优单提时间分别为 5、6、5、5、3、7、5 h。4 味饮片、4 味粉末、6 味饮片、6 味粉末、干姜半夏饮片最佳挥发油混提工艺均为药典法, 最优提取时间分别为 8、8、7、8、5 h, 挥发油最高得率分别为 0.40%、0.98%、0.81%、1.14%、1.02%, 挥发油转移率分别为 53.60%、132.43%、81.82%、115.15%、67.62%; 4 味饮片、6 味饮片、干姜半夏饮片挥发油的最优提取工艺均为药典法混提, 提取时间分别为 8、7、5 h。5 种混提挥发油及其粗粉单提挥发油的成分种类、含量均发生了较大变化。**结论** 不同配伍或相同配伍不同粒度均会使藿香正气水挥发油成分发生变化。

关键词: 藿香正气水; 挥发油; 提取工艺; GC-MS

中图分类号: R284.2

文献标志码: B

文章编号: 1001-1528(2023)12-4076-05

doi: 10.3969/j.issn.1001-1528.2023.12.037

藿香正气方源于宋《太平惠民和剂局方》, 用于湿邪为患的多种病证, 被历代医家尊为“祛湿圣药”, 用于治疗胃肠道感冒、湿阻中焦等症效果明显^[1-2]。我国约有 630 家药厂生产 10 种藿香正气剂型, 2020 年版《中国药典》收录了 5 种藿香正气制剂^[3], 藿香正气水、口服液、滴丸 3 种剂型的处方、比例相同 (广藿香油-紫苏叶油=2:1, 苍术-陈皮-姜厚朴-白芷=2:2:2:3, 干姜-生半夏=1:11.9), 制法不同; 上述 3 种剂型与软胶囊的处方、比例和制法均不同。上述 4 种制剂处方均用苍术取代白术, 生半夏取代半夏曲, 干姜取代生姜 (制法中把干姜与用冷水浸泡透心的生半夏共煎, 以降低生半夏毒性), 甘草浸膏取代炙甘草, 广藿香油取代广藿香, 紫苏叶油取代紫苏叶, 删去大枣、桔梗, 与藿香正气散差异较大; 加味藿香正气软胶囊与藿香正气散基本相同^[3-4]。

为更好提取藿香正气方中挥发油, 本研究以藿香正气水处方为依据, 以得率优选挥发油提取工艺, 以转移率优选 3 种蒸馏工艺路线; 建立 GC-MS 法比较单提和混提挥发油化学成分差异。从挥发油药效物质基础的角度为藿香正气制剂二次开发和含挥发油成分的中药制剂研究提供参考。

1 材料

Agilent 7890A-5977B 气相色谱-质谱联用仪 (配置 MSD ChemStation F. 01.03.2357 数据处理系统、NIST17 标准质谱图库, 美国安捷伦公司); 挥发油测定器 (测定管刻度 5 mL, 精确到 0.1 mL, 厦门绿茵试剂玻仪有限公司); XS205 型电子分析天平 (瑞士 Mettler-Toledo 公司); 水蒸气发生器 (水蒸气温度为室温~150 ℃)、定制玻璃管圆柱 (内径 5 cm, 长度 30 cm) [菁工仪器 (上海) 有限公司]; KQ-500VDB 型三频数控超声波清洗器 (昆山市超声仪器有限公司)。

姜厚朴 (批号 20201102, 产地四川, 广东汇群中药饮片股份有限公司)、白芷 (批号 201101, 产地四川遂宁, 亳州市张仲景中药饮片有限责任公司)、紫苏叶、干姜 (批号 2006033、2012038, 产地浙江, 浙江华宇药业股份有限公司)、广藿香 (批号 20201101, 产地广东, 广东汇群中药饮片股份有限公司)、陈皮 (批号 200401, 产地浙江衢州, 安徽人民中药饮片有限公司)、苍术 (批号 210115079a, 产地内蒙呼伦贝尔, 安徽新盛中药饮片有限公司)、生半夏 (批号 200905-04, 产地甘肃, 福建承天药业有限公司) 均购自国药控股福建有限公司, 经专家鉴定

收稿日期: 2023-09-06

基金项目: 厦门市科技局卫生指导性项目 (3502Z20209259); 厦门市科技局一般科技计划项目 (3502Z2022YJ01, 3502Z20224004)

作者简介: 连益纯 (1999—), 女, 硕士生, 从事中药制剂及其质量控制研究。Tel: (0592) 5957216, E-mail: 1415553534@qq.com

* **通信作者:** 杨辉 (1975—), 女, 副主任药师, 从事中药制剂及其质量控制研究。Tel: (0592) 2024702, E-mail: yanghui_hy@163.com

罗友华 (1971—), 男, 主任药师, 硕士生导师, 从事中药制剂开发与转化研究。Tel: (0592) 2050262, E-mail: youhualuo@163.com

为正品。正己烷(批号20201021, 国药集团化学试剂有限公司)。

2 方法与结果

2.1 药典法提取挥发油(外部加热共水回流法) 按藿香正气水系列处方、制备工艺情况, 把方中含挥发油的饮片按表1分成5种混合样品, 分别提取混合挥发油。

表1 混合样品组成

样品编号与名称	饮片比例	粉末或饮片质量
①4味粉末	苍术-陈皮-姜厚朴-白芷(2:2:2:3)	苍术22.2g、陈皮22.2g、姜厚朴22.2g、白芷33.3g
②4味饮片		
③6味粉末	广藿香-紫苏叶-苍术-陈皮-姜厚朴-白芷	广藿香35.3g、紫苏叶11.8g、苍术11.8g、陈皮11.8g、姜厚朴11.8g、白芷17.6g
④6味饮片	(6:2:2:2:2:3)	
⑤干姜半夏饮片	干姜-生半夏(1:11.9)	干姜23.3g、生半夏276.7g

称取广藿香、紫苏叶、姜厚朴、苍术、陈皮、白芷、干姜、生半夏适量, 分别粉碎过2号筛得8味饮片粗粉。按2020年版《中国药典》四部2204挥发油测定甲法, 分别称取上述粗粉各100g和①~⑤号样品, 分别放入2000mL圆底烧瓶中, 从测定器上端口加入1000mL饮用水, 将烧瓶放入电热套中, 接上球形回流冷凝管和水温2~6℃的冷却水, 饮片(或粗粉)浸泡30min后开始加热, 沸腾后计时, 在1、2、3、4、5、6、7、8、9、10h分别记录挥发油体积, 用标记好的棕色瓶收存挥发油, 密封后于4℃冰箱冷藏备用, 同法提取上述样品挥发油2批, 计算挥发油

得率和转移率, 结果见表2~4, 公式为挥发油得率=[挥发油体积/饮片(粗粉)质量]×100%、挥发油转移率=(混提所得挥发油体积/混提物料中所含挥发油的理论体积之和)×100%。

由表2可知, 广藿香粉、紫苏叶粉、苍术粉、陈皮粉、白芷粉、姜厚朴粉、干姜粉按药典法单独提取挥发油的最得率分别为1.58%、0.28%、2.15%、0.34%、0.16%、0.62%、1.51%, 单独提取的最优时间分别为5、6、5、5、3、7、5h。生半夏粉末未提取得到挥发油, 说明药典法不适用于生半夏挥发油的提取, 与文献[5]报道一致。

表2 单味饮片粗粉挥发油得率测定结果(药典法, %, n=3)

饮片	1 h	2 h	3 h	4 h	5 h	6 h	7 h	8 h	9 h	10 h
广藿香粉	1.09	1.28	1.44	1.56	1.58	1.58	1.58	1.58	1.58	1.58
紫苏叶粉	0.17	0.21	0.24	0.24	0.26	0.28	0.28	0.28	0.28	0.28
苍术粉	1.27	1.53	1.81	1.96	2.15	2.15	2.15	2.15	2.15	2.15
陈皮粉	0.22	0.29	0.31	0.33	0.34	0.34	0.34	0.34	0.34	0.34
白芷粉	0.11	0.13	0.16	0.16	0.16	0.16	0.16	0.16	0.16	0.16
姜厚朴粉	0.27	0.33	0.41	0.46	0.54	0.61	0.62	0.62	0.62	0.62
干姜粉	1.04	1.29	1.41	1.49	1.51	1.51	1.51	1.51	—	—

由表3可知, ①~⑤号样品的挥发油最高得率分别为0.98%、0.40%、1.14%、0.81%、1.02%, 最优混合提取

时间分别为8、8、8、7、5h。

表3 5种样品挥发油得率测定结果(药典法, %, n=3)

编号	1 h	2 h	3 h	4 h	5 h	6 h	7 h	8 h	9 h	10 h
①	0.57	0.74	0.82	0.87	0.92	0.95	0.96	0.98	—	—
②	0.17	0.20	0.21	0.28	0.31	0.35	0.37	0.40	0.40	0.40
③	0.73	0.90	0.98	1.05	1.08	1.10	1.12	1.14	—	—
④	0.37	0.49	0.60	0.65	0.74	0.78	0.81	0.81	0.81	0.81
⑤	0.39	0.54	0.79	0.93	1.02	1.02	1.02	—	—	—

注: 因生半夏用药典法未提得到挥发油, 故表3中⑤干姜半夏饮片挥发油得率以干姜质量计算。

根据混提饮片(粗粉)质量和本实验测得单味粉末挥发油得率, 计算①~⑤(按干姜质量计算)号样品的挥发油理论得率分别为0.74%、0.74%、0.99%、0.99%、1.51%, 再按“2.1”项下挥发油转移率公式和表3混提挥发油最高得率分别计算其挥发油转移率, 结果见表4。由此可知, 藿香正气水处方饮片、粉末混提挥发油转移率平均值不同, 依次为①>③>④>⑤>②, 说明采用药典法提取藿香正气方挥发油时, 粗粉混提挥发油转移率高于饮片混提。

表4 5种样品挥发油转移率测定结果(药典法, %)

编号	第1批	第2批	第3批	平均值
①	135.14	129.73	132.43	132.43
②	50.00	51.35	59.46	53.60
③	114.14	114.14	117.17	115.15
④	74.75	83.84	86.87	81.82
⑤	65.71	62.86	74.29	67.62

2.2 通入水蒸气加热共水回流法提取混合饮片挥发油 分别称取②④号样品, 放入2000mL三口圆底烧瓶中, 一侧

口用带有温度计的橡胶塞密封，另一侧口接水蒸气发生器，中间口接挥发油测定器，从测定器上端口加入1 000 mL饮用水，接上球形回流冷凝管和水温为2~6℃的冷却水，饮片浸泡30 min后，向圆底烧瓶中的药液通入水蒸气开始加

表5 混提处方挥发油得率测定结果 (通入水蒸气加热共水回流法, %, n=3)

编号	1 h	2 h	3 h	4 h	5 h	6 h	7 h	8 h	9 h	10 h
②	0.15	0.20	0.22	0.25	0.28	0.30	0.34	0.36	0.38	0.38
④	0.33	0.44	0.50	0.54	0.58	0.61	0.62	0.62	0.62	0.62

表6 混提处方挥发油转移率测定结果 (通入水蒸气加热共水回流法, %)

编号	第1批	第2批	第3批	平均值
②	41.89	51.35	59.46	50.90
④	59.60	64.65	64.65	62.96

由表5可知，藿香正气水处方中②④号样品通入水蒸气加热共水回流法挥发油最高得率分别为0.38%、0.62%；饮片混提的最优时间分别为9、7 h。

由表6可知，藿香正气水处方中②④号样品混合饮片通入水蒸气加热共水回流法挥发油转移率分别为50.90%、62.96%。

2.3 水蒸气扩散法提取混合饮片挥发油 分别称取②④号混合饮片总重50 g，放入定制的玻璃管圆柱中，用饮用水润湿饮片后将玻璃管圆柱竖直静置30 min，玻璃管圆柱的上进口接水蒸气发生器，下出口接蛇形冷凝管后再接挥发油测定器，接上水温为2~6℃的冷却水，通入115℃水蒸气后开始计时，其余操作同“2.1”项。按“2.1”项下方法再分别提取上述2种混合饮片挥发油2批，发现采用水蒸气扩散装置无法提取到②④号样品的挥发油。

2.4 藿香正气水处方挥发油最优提取工艺的确定 由表4、6可知，藿香正气水处方中②④号样品按挥发油得率平均值的提取方法均依次为药典法>通入水蒸气加热共水回流法>水蒸气扩散法，所以藿香正气水处方中②④号样品挥发油的最优水蒸气蒸馏法提取工艺均为粗粉回流8 h；但因采用粗粉提取时，需先把饮片粉碎成粗粉，在水煎煮提取过程中粗粉容易发生焦糊，后续药液过滤比饮片困难。因此，②④号样品的最优提取工艺分别确定为饮片混提8 h、饮片混提7 h。

因半夏和干姜的粗粉在水提取过程中，均发生严重焦糊现象，所以⑤号样品挥发油只能采用饮片提取。由表4可知，⑤号样品的最优提取工艺为饮片混提5 h。

2.5 供试品溶液制备 分别吸取广藿香油、紫苏叶油、姜厚朴油、苍术油、陈皮油、白芷油、干姜油及①~⑤号挥发油各15 μL至棕色瓶中，分别用1 485 μL正己烷稀释并混匀，超声(45 kHz、500 W)提取3 min，0.45 μm微孔滤膜过滤，取续滤液，即得。

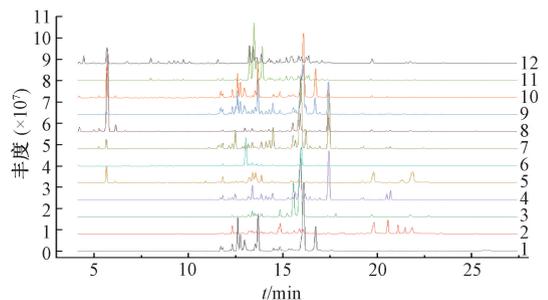
2.6 气相色谱条件 Agilent HP-5MS石英毛细管柱(30 m×0.25 mm, 0.25 μm)；进样口温度250℃；载气氦气(质量分数99.999%)；分流比10:1；体积流量1 mL/min；程序升温(初始60℃，以8℃/min升至280℃，保持27.5

min)；进样量2 μL。热，水蒸气发生器温度设为115℃，药液沸腾(温度为95℃以上)后开始计时，其余操作同“2.1”项。按“2.1”项下方法再分别提取上述2种混合饮片挥发油2批，计算挥发油得率和转移率，结果见表5~6。

min)；进样量2 μL。

2.7 质谱条件 电子电离源，电子能量70 eV；离子源温度230℃；四级杆150℃；扫描质量范围m/z 50~1 500，全扫描方式；溶剂延迟时间4 min。

2.8 GC-MS分析 采用GC-MS分析“2.5”项下12种挥发油供试品溶液，得其总离子流图，见图1。通过安捷伦计算机数据系统NIST17数据库，对各成分峰质谱数据进行检索对照，按匹配度在70%以上初步鉴定化合物，确定了上述12种挥发油的主要化学成分，按相对含量归一化法计算各化合物在挥发油中的相对含量(相对百分含量)，对匹配度70%、相对含量1%以上的化合物进行分析比较，结果见表7。



注：1为广藿香粉末挥发油，2为紫苏叶粉末挥发油，3为姜厚朴粉末挥发油，4为苍术粉末挥发油，5为陈皮粉末挥发油，6为白芷粉末挥发油，7为4味粉末挥发油，8为4味饮片挥发油，9为6味粉末挥发油，10为6味饮片挥发油，11为干姜粉末挥发油，12为半夏干姜饮片挥发油。

图1 藿香正气水处方12种样品挥发油的GC-MS总离子流图

由此可知，①挥发油与②挥发油、③挥发油与④挥发油、干姜粉末挥发油和⑤挥发油排在前5位的化合物及相对含量均不同，说明单提和混提挥发油以及原料采用粗粉还是饮片，其所得挥发油的成分种类和相对含量均发生了较大变化。

藿香正气水处方单提和混提挥发油成分和相对含量比较可见，②挥发油与②饮片分别单提油(45个化合物)比较，d-柠檬烯等5个化合物相对含量发生了变化，新增1-甲基-4-(1-甲基乙基)-1,4-环己二烯等5个化合物，减少α-桉叶醇等40个化合物。①挥发油与①饮片分别单提油(45个化合物)比较，β-桉叶醇等8个化合物相对含量发生了变化，新增沉香螺萜醇等6个化合物，减少α-桉叶醇等37个化合物。③挥发油(22个化合物)与③饮片分别

表7 挥发油成分相对含量(排名前5位)

挥发油	总化合物数/个	化合物数/个	总相对含量/%	成分及其相对含量
广藿香粉末挥发油	30	12	92.3	百秋李醇 35.4%、 β -石竹烯 13.5%、1,2,3,4,5,6,7,8-八氢-1,4,9,9-四甲基-(1 <i>S</i> ,4 <i>R</i> ,7 <i>R</i>)-4,7-甲醇丙烯 11.1%、1,2,4a,5,8,8a-六氢-4,7-二甲基-1-(1-甲基乙基)-(1 <i>S</i> ,4a <i>R</i> ,8a <i>S</i>)-萜 11.0%、 α -广藿香烯 5.6%
紫苏叶粉末挥发油	31	15	86.7	(-)-氧化石竹烯 15.5%、棕榈酸 15.4%、2-烯丙基-4-甲基苯酚 10.2%、亚麻酸 6.7%、2-烯丙基-4-甲基苯酚 5.7%
姜厚朴粉末挥发油	38	14	86.0	α -桉叶醇 44.3%、 γ -桉叶醇 17.8%、(-)-氧化石竹烯 3.3%、环氧化蛇麻烯 II 2.6%、异丙烯环氧化物 2.5%
苍术粉末挥发油	40	15	58.5	β -桉叶醇 25.9%、 α -愈创木烯 5.5%、 β -愈创木烯 3.3%、大根香叶烯 B3.0%、 β -倍半水芹烯 2.8%
陈皮粉末挥发油	52	15	82.3	亚麻酸 16.8%、棕榈酸 12.0%、d-柠檬烯 9.8%、 α -法呢烯 9.5%、姜烯 7.8%
白芷粉挥发油	43	14	90.9	环十二烷 40.6%、环十二烷 23.8%、(Z)-1-甲基-4-(6-甲基庚-5-烯-2-亚基)环己-1-烯 4.1%、 α -姜黄烯 3.0%、 α -布藜烯 2.7%
干姜粉末挥发油	52	9	75.3	姜烯 26.4%、 α -姜黄烯 14.2%、 β -倍半水芹烯 13.9%、(Z)-1-甲基-4-(6-甲基庚-5-烯-2-亚基)环己-1-烯 11.6%、1-亚乙基二氢-7a-甲基-(1 <i>E</i> ,3 <i>ac</i> ,7 <i>a</i> β)-1 <i>H</i> -蒎 3.6%
①挥发油	61	14	67.0	β -桉叶醇 30.0%、大根香叶烯 B 5.9%、红没药醇 5.2%、大根香叶烯 B 3.9%、 γ -桉叶醇 3.8%
②挥发油	58	10	73.5	d-柠檬烯 43.2%、 β -桉叶醇 16.1%、 γ -桉叶醇 3.9%、1-甲基-4-(1-甲基乙基)-1,4-环己二烯 2.6%、 α -蒎烯 1.6%
③挥发油	51	22	83.4	百秋李醇 16.4%、 β -桉叶醇 15.2%、 α -布藜烯 9.1%、 α -愈创木烯 5.5%、广藿香酮 5.5%
④挥发油	51	14	86.0	百秋李醇 31.3%、广藿香酮 10.8%、 α -布藜烯 10.1%、d-柠檬烯 8.2%、 α -愈创木烯 6.2%
⑤挥发油	62	24	68.6	姜烯 7.7%、 α -姜黄烯 7.4%、4-甲基-1-(1-甲基乙基)-双环[3.1.0]六-2-烯 7.3%、1-甲基-4-(1-亚甲基-5-甲基-4-己烯基)环己烯 4.6%、 β -倍半水芹烯 4.5%

单提油(60个化合物)比较,百秋李醇等17个化合物相对含量发生了变化,新增沉香螺萜醇等5个化合物,减少 α -桉叶醇等43个化合物。④挥发油(14个化合物)与④饮片分别单提油(60个化合物)比较,百秋李醇等13个化合物相对含量发生了变化,新增(1*R*,4a*S*,6*R*,8a*S*)-8a,9,9-三甲基-1,2,4a,5,6,7,8,8a-八氢-1,6-甲烷萜-1-醇1个化合物,减少 α -桉叶醇等47个化合物。结果表明,②挥发油与②饮片分别单提油、④挥发油与④饮片分别单提油之间成分种类和相对含量也不相同。⑤挥发油(24个化合物)与干姜粉油(9个化合物)比较,姜烯等6个化合物相对含量发生了变化,新增4-甲基-1-(1-甲基乙基)-双环[3.1.0]六-2-烯等18个化合物,减少(Z)-1-甲基-4-(6-甲基庚-5-烯-2-亚基)环己-1-烯等3个化合物,表明用干姜和半夏在一起炮制煎煮过程中,干姜挥发油成分的种类和相对含量均发生了较大变化。

3 讨论

2020年版《中国药典》一部记载的藿香正气水中,广藿香和紫苏叶是以广藿香油-紫苏叶油(2:1)投料,优点是很好地保证了饮片挥发油的剂量,不足的是丢失了饮片的水溶性成分,是否科学值得进一步研究^[6]。

本研究发现水蒸气扩散法无法提出藿香正气水饮片的挥发油,可能是水分子不能充分渗透进入植物细胞室中,导致挥发油分子无法与水乳化,无法和水蒸气一起进入冷凝管中,故未能提取得到挥发油。藿香正气水处方的12种

样品挥发油得率为0.16%~2.15%,单一成分相对含量为1.0%~44.3%,故分析得到挥发油单一成分在原复方饮片中的含量为0.0016%~0.9082%。

广藿香的挥发油和黄酮类化合物对金色葡萄球菌、念珠菌均有抑制作用,对细菌感染的皮肤病有疗效^[7]。Murugan等^[8]鉴定出广藿香油26种成分,主要为 α -愈创木烯、塞舌尔烯、 α -广藿香烯、 α -布尔烯和广藿香醇。Xu等^[9]对不同部位厚朴油分析表明,桉叶醇及其异构体(α -、 γ -桉叶醇)含量较高,分别为47.66%、36.74%、36.31%。Liu等^[10]分析了紫苏梗油、紫苏叶油和紫苏子油成分,发现1,4,7-cycloundecatriene-1、5,9,9-tetramethyl-zzz、1-环己烷-1-甲醛、 β -石竹烯、2-己酰基呋喃、 β -法尼烯是其主要成分。Luo等^[11]测定了我国不同产地10个品种25批次陈皮成分,共鉴定出98个化合物,主要为d-柠檬烯、 γ -松油烯、 α -松油烯、芳樟醇和月桂烯。Shirooye等^[12]共鉴定出姜油94%以上的成分(55个化合物),最多的为 α -姜烯(15.20%)、 β -菲香烯(13.51%)、茨烯(7.69%)、*E-E*- α -法尼烯(7.04%)、 β -倍半水芹烯(6.96%)和 α -姜黄烯(5.60%),占挥发油的56%。Li等^[13]对白芷等4种伞形科植物挥发油分析表明,含多种邻内酯类化合物,其中富含木本内酯、反式苯甲醚和蛇床子素,均具抗炎活性。

由于产地、采收时间、采收部位、炮制方法、提取工艺等均会影响挥发油得率和成分,本研究对藿香正气水处

方挥发油的 GC-MS 分析结果与许多文献报道的结果也不尽相同^[14-21]。因此,希望药学人员继续积累中药挥发油的分析数据,建立中药挥发油 GC-MS 数据库,为中药现代化发展奠定挥发油药效物质研究基础。

参考文献:

[1] 章津铭,傅超美,游宇,等. 藿香正气系列制剂研究与开发的思考[J]. 中药与临床, 2011, 2(1): 24-27.

[2] 周名璐,陈芝喜. 藿香正气散的实验及临床研究进展[J]. 新中医, 1996(7): 60-61.

[3] 国家药典委员会. 中华人民共和国药典: 2020年版一部[S]. 北京: 中国医药科技出版社, 2020: 858-859; 1879-1885.

[4] 黄雍,胡楚琦,李玉星,等. 藿香正气方不同组方及剂型的临床应用[J]. 中国医药导刊, 2017, 19(12): 1385-1388.

[5] 彭加兵,严安定,陈昆鹏,等. 不同方法提取藜半夏挥发油化学成分的气相色谱-质谱联用法分析[J]. 中国药业, 2019, 28(9): 25-27.

[6] 王泽想,卢丹,张鹏,等. 藿香正气方的化学成分与药理作用及质量标志物的预测分析[J]. 中国医药科学, 2019, 9(21): 28-34; 59.

[7] 王万莹,刘梦,陶晓倩,等. 藿香正气系列制剂研究进展[J]. 药学研究, 2023, 42(5): 330-334.

[8] Murugan R, Mallavarapu G R, Padmashree K V, et al. Volatile oil composition of *Pogostemon heyneanus* and comparison of its composition with patchouli oil[J]. *Nat Prod Commun*, 2010, 5(12): 1961-1964.

[9] Xu X N, Tang Z H, Liang Y Z, et al. Comparison of the volatile constituents of different parts of *Cortex magnolia officinalis* by GC-MS combined with chemometric resolution method[J]. *J Sep Sci*, 2009, 32(20): 3466-3472.

[10] Liu J, Wan Y, Zhao Z Z, et al. Determination of the content of rosmarinic acid by HPLC and analytical comparison of volatile

constituents by GC-MS in different parts of *Perilla frutescens* (L.) Britt[J]. *Chem Cent J*, 2013, 7(1): 61.

[11] Luo M X, Luo H J, Hu P J, et al. Evaluation of chemical components in *Citri Reticulatae Pericarpium* of different cultivars collected from different regions by GC-MS and HPLC[J]. *Food Sci Nutr*, 2017, 6(2): 400-416.

[12] Shirooye P, Mokaberinejad R, Ara L, et al. Volatile constituents of ginger oil prepared according to Iranian traditional medicine and conventional method: A comparative study[J]. *Afr J Tradit Complement Altern Med*, 2016, 13(6): 68-73.

[13] Li C L, Cai Q Y, Wu X Y, et al. Anti-inflammatory study on the constituents of *Angelica sinensis* (Oliv.) Diels, *Angelica dahurica* (Hoffm.) Benth. & Hook. f. ex Franch. & Sav., *Angelica pubescence* Maxim and *Foeniculum vulgare* Mill. essential oils[J]. *J Oleo Sci*, 2022, 71(8): 1207-1219.

[14] 谢予朋,李平华,闫荟,等. 正交试验优选超临界 CO₂ 流体法萃取藿香正气方中挥发油的工艺[J]. 中国药房, 2008, 19(27): 2111-2112.

[15] 王吉春. 广藿香中挥发油成分的研究进展[J]. 中国医药指南, 2010, 8(11): 43-45.

[16] 唐英,陈欣,沈平孀. 紫苏叶中挥发油类成分指纹图谱研究[J]. 上海中医药杂志, 2013, 47(9): 82-86.

[17] 秦聪聪,杜沁圆,张义敏,等. 苍术挥发油化学成分及药理作用研究进展[J]. 中成药, 2023, 45(6): 1944-1952.

[18] 欧小群,王瑾,李鹏,等. 广陈皮及其近缘品种挥发油成分的比较[J]. 中成药, 2015, 37(2): 364-370.

[19] 王坚,陈鸿平,刘友平,等. 不同贮藏年限新会陈皮挥发油成分动态变化规律研究[J]. 时珍国医国药, 2013, 24(12): 2831-2834.

[20] 李玲玲. 厚朴挥发油化学成分研究[J]. 中草药, 2001, 32(8): 686-687.

[21] 李玲,吕磊,张薇,等. 运用 GC-MS 结合 PCA 技术对川白芷与杭白芷挥发油成分的比较分析[J]. 药物分析杂志, 2011, 31(1): 112-118.