

井冈山产凹叶厚朴挥发油中化学成分分析

曾红, 邓先清, 黄玉珊

井冈山大学医学院, 江西吉安 343000

摘要:目的 对井冈山产凹叶厚朴 *Magnolia officinalis* var. *biloba* 果实、花、干皮、叶 4 个部位的挥发油成分进行分析, 为厚朴不同部位的入药性质提供参考。方法 采用水蒸气蒸馏法提取厚朴 4 个部位的挥发油, 运用气相色谱-质谱联用(GC-MS)技术对挥发油成分进行分析和鉴定, 采用峰面积归一化法确定各成分的质量分数。结果 从井冈山产凹叶厚朴的挥发油中共鉴定出 75 个化学成分, 其中果实中鉴定出 1-石竹烯、 α -蒎烯等 42 个成分, 质量分数占 98.7%; 花中鉴定出 4-羟基-4-甲基-2-戊酮、蒎烯等 19 个成分, 质量分数占 77.59%; 干皮中鉴定出 α -桉叶油醇、四十四烷等 24 个成分, 质量分数占 77.92%; 叶中鉴定出 1-石竹烯、 α -桉叶油醇等 32 个成分, 质量分数占 76.48%。1-石竹烯和四十三烷为 4 个部位共有。结论 从凹叶厚朴挥发油成分角度, 凹叶厚朴叶可替代厚朴皮入药, 果实可以入药, 花活性成分量很少, 不建议入药。

关键词: 厚朴; 凹叶厚朴; 挥发油; 气相色谱-质谱联用; 1-石竹烯

中图分类号: R284.1 文献标志码: A 文章编号: 0253-2670(2015)24-3649-06

DOI: 10.7501/j.issn.0253-2670.2015.24.006

Analysis on chemical constituents of volatile oil in *Magnolia officinalis* var. *biloba* produced in Jinggangshan

ZENG Hong, DENG Xian-qing, HUANG Yu-shan

College of Pharmacy, Jinggangshan University, Ji'an 343000, China

Abstract: Objective To research the constituents of the volatile oil from the fruits, flowers, skins, and leaves of *Magnolia officinalis* var. *biloba* produced in Jinggangshan. This research will provide the medicinal nature proof for the different parts of *M. officinalis* var. *biloba*. **Methods** The volatile oil from *M. officinalis* var. *biloba* was extracted by steam distillation, and the components of the volatile oil were separated and structurally identified by gas chromatography-mass spectrometry. The relative percentage of various volatile oil ingredients was determined by the area normalizing method in gas chromatography. **Results** All 75 compounds were identified from *M. officinalis* var. *biloba* in Jinggangshan. Among them 42 compounds like 1-caryophyllene and α -pinene in nuts were identified and the relative content was 98.7%. Nineteen compounds like 4-hydroxy-4-methyl-2-pentanone and camphene in the flowers were identified and the relative content was 77.59%. Twenty-four compounds like α -eudesmol, and 44 alkanes in the skins were identified and the relative content was 77.92%. Thirty-two compounds like 1-caryophyllene and α -eudesmol in the leaves were identified and the relative content was 76.48%. The common constituents were 1-caryophyllene and triteracontane. The comparative analysis showed that the volatile oils existed in *M. officinalis* var. *biloba*. **Conclusion** Based on the above research, we suggest that the leaves of *M. officinalis* var. *biloba* can replace the skins of *M. officinalis* var. *biloba* as medicine, The fruits of *M. officinalis* var. *biloba* also can be used to heal the disease; The flowers of *M. officinalis* var. *biloba* have little active content, which can not be used as medicine.

Key words: *Magnoliae Officinalis* Cortex; *Magnolia officinalis* Rehd. et Wils. var. *biloba* Rehd. et Wils.; volatile oil; gas chromatography-mass spectrometry; 1-caryophyllene

凹叶厚朴 *Magnolia officinalis* Rehd. et Wils. var. *biloba* Rehd. et Wils. 为木兰科 (Magnoliaceae) 木兰属 *Magnolia* L. 植物凹叶厚朴的干燥干皮、根皮及枝皮, 始载于《神农本草经》, 其后历代本草与《中

国药典》均有记载, 具燥湿消痰、下气除满之功效, 用于湿滞伤中、脱痞吐泻、食积气滞、腹胀便秘、痰饮喘咳^[1]。挥发油是其主要药效成分之一, 具有镇静、驱风健胃等药理作用^[2-3]。已有文献分别对日

收稿日期: 2015-09-01

基金项目: 国家科技支撑计划项目 (2012BAC11B02-6); 吉安市科技局项目 (吉市科技字[2013]18号3)

作者简介: 曾红 (1982—), 女, 讲师, 理学硕士, 研究方向为天然产物活性成分。Tel: (0796)8108842 E-mail: 66562768@qq.com

本^[4],我国福建^[5]、贵州^[6-7]、四川^[8]、云南、河南、贵州、浙江^[9]等省以及湖南道县^[10]、湖北恩施^[11]、陕南秦巴山区^[12]、浙江龙泉^[13]、福建泰宁^[14]等产地的厚朴挥发油进行研究,发现其主要含有萜类及其含氧衍生物、有机醇类等成分。中药所含化学成分是植物的次生代谢物,受植物生长环境的影响较大。厚朴药材的产地不同,必然带来其所含化学成分的差异,这种差异可能带来临床药效上的差异。

方小平等^[7]采用顶空固相微萃取提取贵州产凹叶厚朴挥发油,气相色谱-质谱分析根、茎、叶、枝中挥发油成分,通过对比分析认为不同部位挥发油的成分及量存在一定差异。李宗等^[5]考察了福建产凹叶厚朴不同树龄及干皮、根皮和枝皮不同部位的挥发油量,研究认为挥发油量与树龄和生长部位没有明显的相关性。卢永书等^[6]研究认为不同地区凹叶厚朴的挥发油在成分及量上存在一定的差异。井冈山自然保护区地处罗霄山脉中段,属亚热带温暖湿润气候,是江西日照最短、雨量最大、湿度最大的地方。井冈山自然保护区管理处与药材部门合作,种植了大批凹叶厚朴,此外在井冈山长坪、下七、黄坳、大小五井、荆竹山等村庄房前屋后、庭园内外都有种植凹叶厚朴,产量极大。为深入研究井冈山产凹叶厚朴的质量情况,考察井冈山产凹叶厚朴挥发油量和化学成分与其他产地的差异,本课题组在井冈山自然保护区采集了30年生凹叶厚朴的果实、花、干皮、叶,采用气相色谱-质谱联用(GC-MS)技术分别对其挥发油类成分进行了定性与定量研究,为凹叶厚朴挥发油的药理活性研究提供物质基础,同时也为凹叶厚朴不同药用部位的筛选及新的药用价值提供一定参考。

1 仪器与材料

Clarus 500 型气质联用仪(美国铂金埃尔默公司),DG160C 型万能粉碎机(浙江瑞安飞达药材器械厂),FA1004N 型电子天平(上海菁海仪器有限公司),2WHW 型电热套(上海美强仪器设备有限公司)。

厚朴采自江西省井冈山自然保护区,经井冈山国家级自然保护区管理局黄子发工程师鉴定为凹叶厚朴 *Magnolia officinalis* Rehd. et Wils. var. *biloba* Rehd. et Wils., 标本存放于井冈山大学中药材标本室。

2 方法与结果

2.1 挥发油的提取

分别剥取30年生厚朴果实、花、干皮、叶适量,

阴干后适当粉碎,依照《中国药典》2010年版一部“附录X”挥发油测定法项下“甲法”测定厚朴挥发油的量。各称取厚朴粉末10.0g,置500mL圆底烧瓶中,加200mL蒸馏水浸泡过夜。连接挥发油提取器与回流冷凝管,自冷凝管上端加水充满挥发油提取器的刻度部分,溢出流回烧瓶为止,再加2mL正己烷于测定器上端刻度处,回流10h,吸取正己烷层,待用。

2.2 挥发油的检测

2.2.1 色谱条件 色谱柱:DB-1701 ms(30m×0.25mm,0.25μm)弹性石英毛细管柱(VARIAN公司);程序升温:起始温度50℃,保持1min,以10℃/min升至150℃,保持5min,再以15℃/min升至270℃,保持6min。进样口温度:260℃;汽化室温度250℃;载气:氦气;进样量1μL(样品液浓度1.0μL/mL,溶剂为正己烷);不分流进样。

2.2.2 质谱条件 电子轰击源EI;离子源温度250℃;扫描质量范围 *m/z* 35~300;溶剂延迟4.0min。

2.3 定性定量方法

用气相色谱法分离并经质谱扫描后检出色谱峰及对应的质谱,凹叶厚朴不同部位TIC图见图1~4。用NIST2008质谱数据库对色谱峰对应的质谱图进行定性分析,并综合文献分析鉴定,确定其中化学成分,采用峰面积归一化法计算各组分质量分数。结果见表1。

井冈山产凹叶厚朴挥发油得率分别为果实2.6%、花3.0%、干皮3.5%、叶1.02%。从果实中鉴定出42个成分,质量分数占98.7%;花中鉴定出19个成分,质量分数占77.59%;干皮中鉴定出24个成分,质量分数占77.92%;叶中鉴定出32个成分,质量分数占76.48%。

果实中特有的成分为β-月桂烯、β-水芹烯、萜品烯、萜品油烯、β-松油醇、顺-4-守醇、反-2-蒎醇、葑醇、异蒲勒醇、反式松香烯醇、水合樟烯、4-萜品醇、2-茨醇、对甲基苯异丙醇、D-香茅醇、乙酸冰片酯、咕巴烯、芳姜黄烯、β-蛇床烯、α-蛇床烯、α-萜澄茄烯、α-绿叶烯、凤蝶醇和三十五烷;花中特有的成分为柏木脑、百秋李醇和1-己基-2-硝基环己烷;干皮中特有的成分为4-甲基-3-戊烯-2-酮、β-桉叶烯、α-桉叶烯和1-己基-2-硝基环己烷。叶中特有的成分为橙花醇、乙酸橙花酯、2-亚甲基-5-(1-甲基乙烯)-8-甲基-双环[5.3.0]癸烷、a-selinene、杜松烯、菖蒲烯、α-愈创木烯、β-愈创木烯、香树烯

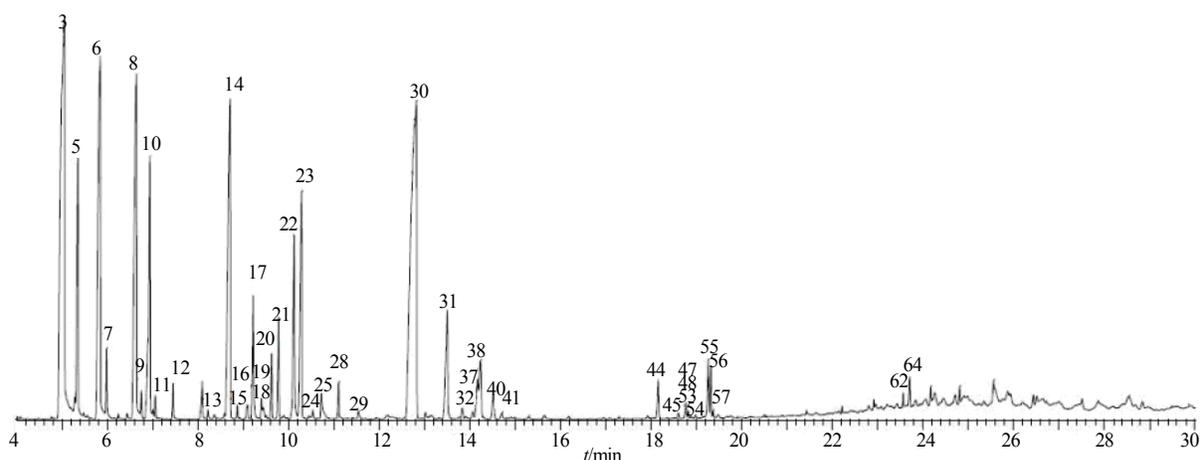


图1 井冈山产凹叶厚朴果实总离子流图

Fig. 1 TLC of fruits of *M. officinalis* produced in Jinggangshan

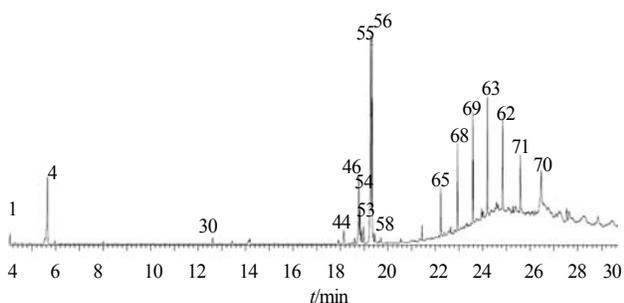


图2 井冈山产凹叶厚朴干皮总离子流图

Fig. 2 TLC of skins of *M. officinalis* produced in Jinggangshan

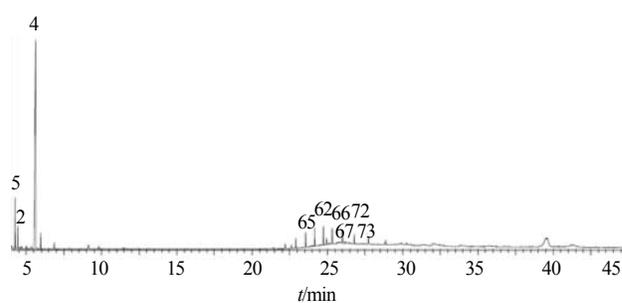


图3 井冈山产凹叶厚朴花总离子流图

Fig. 3 TLC of flowers of *M. officinalis* produced in Jinggangshan

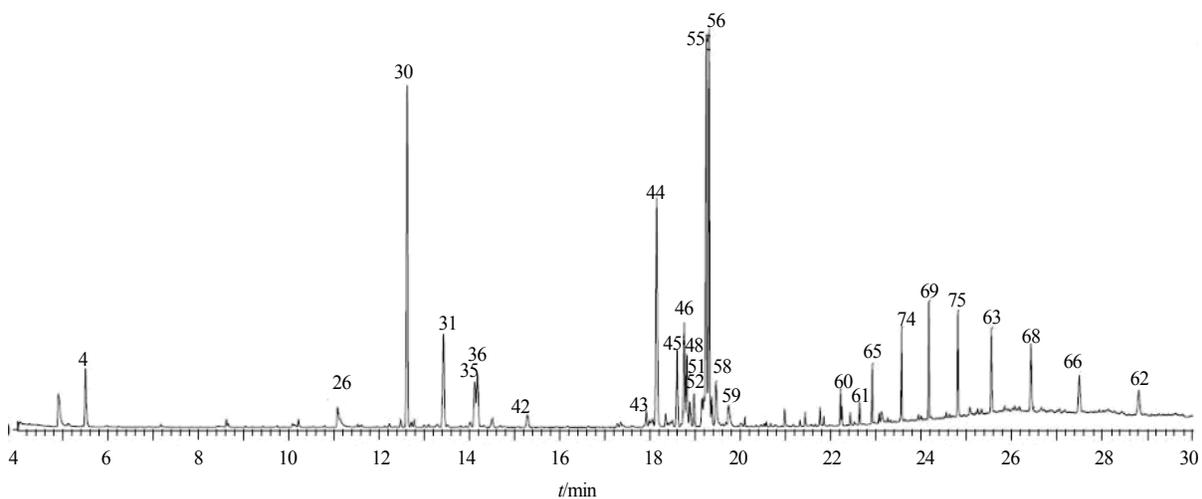


图4 井冈山产凹叶厚朴叶总离子流图

Fig. 4 TLC of leaves of *M. officinalis* produced in Jinggangshan

氧化物、二十一烷、3,4-环氧四氢呋喃、二十四烷和三十一烷。其中，1-石竹烯和四十三烷为井冈山产凹叶厚朴4个部位共有的成分。

果实中量较高的化合物是1-石竹烯(19.89%)、 α -蒎烯(18.32%)、 β -蒎烯(9.92%)。花中量较高的化合物是4-羟基-4-甲基-2-戊酮(57.57%)、蒎烯

表1 井冈山产凹叶厚朴挥发油成分分析

Table 1 Chemical constituents of volatile oil in *M. officinalis* produced in Jinggangshan

峰号	化合物名称	分子式	质量分数/%			
			果实	花	干皮	叶
1	4-甲基-3-戊烯-2-酮	C ₆ H ₁₀ O	—	—	0.54	—
2	1-溴丙酮	C ₃ H ₅ OBr	—	1.93	未知	—
3	α-蒎烯	C ₁₀ H ₁₆	18.32	—	未知	—
4	4-羟基-4-甲基-2-戊酮	C ₆ H ₁₂ O ₂	—	57.57	5.32	2.10
5	茨烯	C ₁₀ H ₁₆	4.01	4.07	—	—
6	β-蒎烯	C ₁₀ H ₁₆	9.92	未知	—	—
7	β-月桂烯	C ₁₀ H ₁₆	0.68	—	—	—
8	D-柠檬烯	C ₁₀ H ₁₆	9.12	未知	—	—
9	β-水芹烯	C ₁₀ H ₁₆	0.24	—	—	—
10	桉树脑	C ₁₀ H ₁₈ O	4.43	未知	—	—
11	萜品烯	C ₁₀ H ₁₆	0.21	—	—	—
12	萜品油烯	C ₁₀ H ₁₆	0.38	—	—	—
13	β-松油醇	C ₁₀ H ₁₈ O	0.25	—	—	—
14	芳樟醇	C ₁₀ H ₁₈ O	8.43	未知	—	未知
15	顺-4-守醇	C ₁₀ H ₁₈ O	0.30	—	—	—
16	反-2-蒎醇	C ₁₀ H ₁₈ O	0.25	—	—	—
17	葑醇	C ₁₀ H ₁₈ O	1.66	—	—	—
18	异蒲勒醇	C ₁₀ H ₁₈ O	0.23	—	—	—
19	反式松香芹醇	C ₁₀ H ₁₆ O	0.21	—	—	—
20	水合樟烯	C ₁₀ H ₁₈ O	0.78	—	—	—
21	4-萜品醇	C ₁₀ H ₁₈ O	1.29	—	—	—
22	2-茨醇	C ₁₀ H ₁₈ O	3.07	—	—	—
23	α-松油醇	C ₁₀ H ₁₈ O	4.15	—	—	未知
24	对甲基苯异丙醇	C ₁₀ H ₁₄ O	0.27	—	—	—
25	D-香茅醇	C ₁₀ H ₂₀ O	0.61	—	—	—
26	橙花醇	C ₆ H ₁₂ O ₂	—	—	—	1.28
27	乙酸橙花酯	C ₁₂ H ₂₀ O ₂	—	—	—	未知
28	乙酸冰片酯	C ₁₀ H ₂₀ O ₂	0.44	—	—	—
29	咕巴烯	C ₁₅ H ₂₄	0.23	—	—	—
30	1-石竹烯	C ₁₅ H ₂₄	19.89	未知	0.51	11.09
31	α-石竹烯	C ₁₅ H ₂₄	2.55	—	未知	3.47
32	芳姜黄烯	C ₁₅ H ₂₂	0.25	—	—	—
33	β-桉叶烯	C ₁₅ H ₂₄	—	—	未知	—
34	α-桉叶烯	C ₁₅ H ₂₄	—	—	未知	—
35	2-亚甲基-5-(1-甲基乙炔)-8-甲基-双环 [5.3.0] 癸烷	C ₁₅ H ₂₄	—	—	—	1.68
36	a-selinene	C ₁₅ H ₂₄	—	—	—	2.13
37	β-蛇床烯	C ₁₅ H ₂₄	0.77	—	—	—
38	α-蛇床烯	C ₁₅ H ₂₄	1.33	—	—	—
39	杜松烯	C ₁₅ H ₂₄	—	—	—	未知
40	α-葎澄茄烯	C ₁₅ H ₂₄	0.52	—	—	—
41	α-绿叶烯	C ₁₅ H ₂₄	0.24	—	—	—
42	菖蒲烯	C ₁₅ H ₂₂	—	—	—	0.58
43	石竹烯醇	C ₁₅ H ₂₆ O	—	—	未知	0.45
44	石竹烯氧化物	C ₁₅ H ₂₄ O	0.64	—	1.18	8.32
45	葎草烯环氧化物	C ₁₅ H ₂₄ O	0.21	—	未知	2.15
46	桉叶醇	C ₁₅ H ₂₆ O	—	—	3.62	2.47
47	凤蝶醇	C ₁₅ H ₂₆ O	0.25	—	—	—

续表 1

峰号	化合物名称	分子式	质量分数/%			
			果实	花	干皮	叶
48	(-)-愈创醇	C ₁₅ H ₂₆ O	0.13	—	—	1.75
49	柏木脑	C ₁₅ H ₂₆ O	—	未知	—	—
50	百秋李醇	C ₁₅ H ₂₆ O	—	未知	—	—
51	α-愈创木烯	C ₁₅ H ₂₄	—	—	—	0.64
52	β-愈创木烯	C ₁₅ H ₂₄	—	—	—	0.96
53	(-)-马兜铃烯	C ₁₅ H ₂₄	0.16	—	0.69	—
54	茅苍术醇	C ₁₅ H ₂₆ O	0.28	—	2.52	—
55	α-桉叶油醇	C ₁₅ H ₂₆ O	0.71	—	15.31	9.68
56	β-桉叶油醇	C ₁₅ H ₂₆ O	0.54	—	10.14	8.51
57	喇叭茶醇	C ₁₅ H ₂₆ O	0.27	—	未知	—
58	1-亚甲基-2-羟甲基-3,3-二甲基-4-(3-异戊烯基)-环己烷	C ₁₅ H ₂₆ O	—	—	0.50	1.87
59	香树烯氧化物	C ₁₅ H ₂₄ O	—	—	—	1.13
60	二十一烷	C ₂₁ H ₄₄	—	—	—	0.60
61	3,4-环氧四氢呋喃	C ₂₀ H ₃₀ O ₄	—	—	—	0.49
62	四十三烷	C ₄₃ H ₈₈	0.27	1.77	6.92	1.27
63	二十七烷	C ₂₇ H ₅₆	—	3.41	5.43	2.84
64	三十五烷	C ₃₅ H ₇₂	0.21	—	—	—
65	二十八烷	C ₂₈ H ₅₈	—	1.99	2.09	1.13
66	三十四烷	C ₃₄ H ₇₀	—	1.65	—	1.57
67	1-己基-2-硝基环己烷	C ₁₂ H ₂₃ O ₂ N	—	0.46	—	—
68	三十六烷	C ₃₆ H ₇₄	—	—	4.13	2.19
69	四十四烷	C ₄₄ H ₉₀	—	1.01	15.22	2.07
70	1,38-二溴三十八烷	C ₃₈ H ₇₆ Br ₂	—	—	3.80	—
71	octatriacontane	C ₃₈ H ₇₆ Br ₂	—	1.35	—	—
72	氯代十八烷	C ₁₈ H ₃₇ Cl	—	1.39	—	—
73	氯代十六烷	C ₁₆ H ₃₃ Cl	—	0.99	—	—
74	二十四烷	C ₂₄ H ₅₀	—	—	—	1.82
75	三十一烷	C ₃₁ H ₆₄	—	—	—	2.34

(4.07%)、二十七烷 (3.41%)。干皮中量较高的化合物是 α-桉叶油醇 (15.31%)、四十四烷 (15.22%)、β-桉叶油醇 (10.14%)。叶中量较高的化合物是 1-石竹烯 (11.09%)、α-桉叶油醇 (9.68%) β-桉叶油醇 (8.51%)。石竹烯有平喘、镇咳、祛痰、杀菌、消毒作用^[15]。蒎烯具有抗氧化、抗衰老作用^[16]。α-和 β-桉叶油醇是厚朴药材的主要药效成分之一，对神经系统具有调节作用^[17-19]。

3 讨论

3.1 化学成分种类分析

从表 1 可知，凹叶厚朴不同提取部位所得挥发油的化学成分主要为萜烯类、萜醇类、倍半萜类及其含氧衍生物、高级脂肪烷烃类。萜烯类化合物主要有蒎烯、茨烯、月桂烯、柠檬烯、水芹烯、萜品烯、萜品油烯等。萜醇类化合物主要有桉树脑、松油醇、芳樟醇、顺-4-守醇、反-2-蒎醇、葑醇、异蒲勒醇、4-萜品醇、2-茨醇、D-香茅醇、橙花醇、桉

叶醇、凤蝶醇、(-)-愈创醇、柏木脑、百秋李醇、茅苍术醇、桉叶油醇、喇叭茶醇等。倍半萜类化合物主要有石竹烯、芳姜黄烯、桉叶烯、芹子烯、蛇床烯、杜松烯、α-萜澄茄烯、α-绿叶烯、菖蒲烯、愈创木烯等，及部分倍半萜含氧衍生物如石竹烯氧化物、葑草烯环氧化物、香树烯氧化物等。高级脂肪烷烃类化合物有二十一烷、二十四烷、四十三烷、二十七烷、三十五烷、三十一烷、三十八烷、三十四烷、1-己基-2-硝基环己烷、三十六烷、四十四烷、氯代十六烷、氯代十八烷、1,38-二溴三十八烷等。

3.2 成分差异分析

本实验所鉴定的化学成分与以往文献报道有所差异，由于厚朴分布区域广泛，生长环境各异，本次研究进一步证实了不同产地的凹叶厚朴挥发油在种类和相对质量分数方面都存在一定的差异性^[6]。此外，凹叶厚朴不同部位挥发油的量和成分也存在一定的差异，有文献报道表明^[7]，凹叶厚朴中 β-桉

叶醇的量最高(根皮 7.28%、枝皮 21.44%、茎皮 36.93%、叶 1.06%)。本实验共定性出 75 个化合物,果实、花、干皮、叶 4 个部位共有成分只有 1-石竹烯(果实 19.89%、叶 11.09%、干皮 0.51%,花的量极微)和四十三烷(果实 0.27%、叶 1.27%、干皮 6.92%、花 1.77%)。

3.3 提取方法的选择

本实验所采用的提取方法为水蒸气蒸馏法,有文献报道^[6-7]还可采用顶空固相微萃取(HS-SPME)法提取挥发油,考虑到实验条件及操作的方便,最终选择《中国药典》2010年版的水蒸气蒸馏法。

4 结论

萜类化合物是厚朴中主要活性成分,挥发油总量及其萜类衍生物的量可以作为厚朴质量的评价指标之一^[11]。本实验研究发现萜类化合物的量为果实 98.22%、花 4.07%、干皮 34.47%、叶 56.88%。鉴于厚朴传统以皮入药,而皮入药生长年限长,一般需 15~20 年,且砍树剥皮后树即死亡。因此若以挥发油成分入药,可以考虑以厚朴果实或叶替代厚朴皮,而花中含有大量脂肪烃类化合物,高达 73.52%,无药用价值。本研究结果将为井冈山产凹叶厚朴药材的质量评价、药用植物资源的开发利用、药理药效研究提供物质基础。

参考文献

- [1] 中国药典 [S]. 一部. 2010.
- [2] 陈 笈, 王伯初. 厚朴的药理研究进展 [J]. 重庆大学学报: 自然科学版, 2005, 8(9): 136-139.
- [3] 殷帅文, 何旭梅, 郎锋祥, 等. 厚朴化学成分和药理作用研究概况 [J]. 贵州农业科学, 2007, 35(6): 133-135.
- [4] 张永太, 吴 皓. 厚朴药理学研究进展 [J]. 中国中医药信息杂志, 2005, 12(5): 96-99.
- [5] 李 宗, 林 晓, 张 明. 凹叶厚朴挥发油成分的研究 [J]. 中草药, 1999, 30(7): 493.
- [6] 叶 华, 张文清, 邱 燕. 厚朴花挥发油的 GC-MS 联用分析 [J]. 福建中医药, 2006, 37(6): 53-54.
- [7] 方小平, 卢永书, 吴 琼, 等. 贵州省不同地区的凹叶厚朴挥发油成分 GC-MS 分析 [J]. 中国实验方剂学杂志, 2012, 18(17): 142-145.
- [8] 卢永书, 方小平, 胡光平. 凹叶厚朴各部位挥发油成分比较研究 [J]. 光谱实验室, 2011, 28(6): 3139-3142.
- [9] 何小珍, 蒋军辉, 徐小娜, 等. GC-MS 联用技术分析厚朴挥发油化学成分 [J]. 应用化工, 2012, 41(2): 352-357.
- [10] 韦熹苑, 郭锦明, 丁扬洲, 等. 湖南道县产凹叶厚朴发汗前后挥发油成分及含量变化的研究 [J]. 湖南中医药大学学报, 2010, 30(9): 117-120.
- [11] 杨红兵, 石 磊, 詹亚华, 等. 湖北恩施州产厚朴的挥发油分析 [J]. 中国中药杂志, 2007, 32(1): 42-44.
- [12] 李星彩. 厚朴叶挥发油化学成分分析及其抗菌活性研究 [J]. 食品科技, 2013, 38(1): 271-275.
- [13] 林 茵, 王 麟, 张 静, 等. 厚朴炮制前后挥发油化学成分的 GC-MS 分析 [J]. 中草药, 2010, 41(8): 1261-1264.
- [14] 娄方明, 李群芳, 邱维维. 5 种不同产地厚朴挥发油化学成分的 GC-MS 分析 [J]. 安徽农业科学, 2011, 39(7): 3934-3937.
- [15] 滑 艳, 汪汗卿. 甘肃产香青挥发油成分分析 [J]. 中草药, 2003, 34(1): 19-21.
- [16] 李晓宁, 崔 卉, 宋又群, 等. 辽五味子果实挥发油成分的鉴定 [J]. 药学学报, 2001, 36(3): 215-219.
- [17] Asakura K, Kanemasa T, Minagawa K, *et al.* α -Eudesmol, a P/Q-type Ca^{2+} channel blocker, inhibits neurogenic vasodilation and extravasation following electrical stimulation of trigeminal ganglion [J]. *Brain Res*, 2000, 873(1): 94-101.
- [18] Asakura K, Matsuo Y, Oshima T, *et al.* Omega-agatoxin IVA-sensitive Ca^{2+} channel blocker, alpha-eudesmol, protects against brain injury after focal ischemia in rats [J]. *Eur J Pharmacol*, 2000, 394(1): 57-65.
- [19] Chiou L C, Ling J Y, Chang C C. Chinese herb constituent β -eudesmol alleviated the electroshock seizures in mice and electrographic seizures in rat hippocampal slices [J]. *Neurosci Lett*, 1997, 231(3): 171-174.