

## 香附炮制前后挥发油的 GC-MS 指纹图谱对比研究

盛菲亚, 卢君蓉, 彭伟, 傅超美\*, 张乐乐, 刘芳, 王世宇

成都中医药大学 中药材标准化教育部重点实验室 中药资源系统研究与开发利用省部共建国家重点实验室培育基地, 四川 成都 611137

**摘要:** **目的** 建立香附生品、参照品和醋制品的挥发油 GC-MS 指纹图谱, 拟从整体角度表征香附炮制前后化学信息的变化。**方法** 采用 GC-MS 法, 建立了 3 组香附挥发油的指纹图谱, 并采用中药色谱指纹图谱相似度评价软件 A 版进行数据分析。**结果** 香附各制品相似度良好, 验证了前期筛选的炮制工艺稳定可行。得到了香附生品共有峰 52 个、参照品 28 个、醋制品 53 个, 鉴定了其中 46 个峰。对比分析发现, 香附炮制后其挥发油成分种类、质量分数均有所变化; 以生品为参照, 对比参照品和醋制品共有成分, 结果醋制品挥发油成分种类保留更为完整。**结论** 以醋作为炮制辅料科学合理, 可起到稳定保护香附挥发油成分的作用, 为揭示香附醋制机制及其物质基础提供一定科学依据。

**关键词:** 香附; 炮制; 挥发油; GC-MS; 指纹图谱

**中图分类号:** R283.1 **文献标志码:** A **文章编号:** 0253-2670(2013)23-3321-07

**DOI:** 10.7501/j.issn.0253-2670.2013.23.012

## Comparative study on GC-MS fingerprints of volatile oil in crude and processed *Cyperi Rhizoma*

SHENG Fei-ya, LU Jun-rong, PENG Wei, FU Chao-mei, ZHANG Le-le, LIU Fang, WANG Shi-yu

State Key Laboratory Breeding Base of Systematic Research, Development and Utilization of Chinese Medicine Resources, Key Laboratory of Standardization of Chinese Herbal Medicine, Ministry of Education, Chengdu University of Traditional Chinese Medicine, Chengdu 611137, China

**Abstract: Objective** To establish the GC-MS fingerprints of volatile oil in crude, water-processed, and vinegar-processed *Cyperi Rhizoma*, and to capture the whole scope of the chemical constituents changing. **Methods** The fingerprints of volatile oil in crude, water-processed, and vinegar-processed *Cyperi Rhizoma* were established by GC-MS. And the data were analyzed by chromatographic fingerprint similarity evaluation software for Chinese materia medica (Version A). **Results** The similarities of each group were good, which indicated that the technology was stable and feasible. The crude group gained 52 common peaks, 28 as the water-processed group, and 53 as the vinegar-processed group. Meanwhile, 46 chemical components among the peaks above were identified in total. Comparing with the three groups, the kinds and contents of many components in each group were changed after processing. With the crude group as reference, the differences between the water-processed group and vinegar-processed group were contrastively analyzed before and after processing, and the *Cyperi Rhizoma* processed with vinegar could remain the chemical constitutions in its volatile oil better. **Conclusion** Using vinegar as processing accessory is scientific and reasonable. Vinegar could play a role in protecting the compounds of volatile oil in *Cyperi Rhizoma* steadily.

**Key words:** *Cyperi Rhizoma*; processing; volatile oil; GC-MS; fingerprint

香附为莎草科植物莎草 *Cyperus rotundus* L. 的干燥根茎, 具有疏肝解郁、理气宽中、调经止痛的功效<sup>[1]</sup>, 被历代医家誉为“气病之总司, 女科之主师”。《本草纲目》认为香附“生用则上行胸膈、外

达皮肤……醋浸炒则消积聚”, 即香附醋制后可增强其散瘀止痛、疏肝行气的功效<sup>[2]</sup>。现代化学研究结果显示, 香附醋制后其  $\alpha$ -香附酮、总黄酮、木犀草素、微量元素等的量均有所变化<sup>[3-8]</sup>, 但此类报道大

收稿日期: 2013-06-19

基金项目: 国家自然科学基金资助项目 (81303227)

作者简介: 盛菲亚 (1988—), 女, 在读硕士研究生, 研究方向为中药药剂学。E-mail: sophia880728@126.com

\*通信作者 傅超美, 男, 教授, 博士生导师。E-mail: chaomeifu@126.com

多评价指标单一, 或检测样本量较少, 不足以表征中药炮制前后成分的差异变化, 难以体现中药复杂成分的整体性和普遍性。在课题组前期确定的香附醋制工艺的基础上, 基于中医药整体观, 采用 GC-MS 技术, 研究香附生品、参照品、醋制品的 GC-MS 挥发油指纹图谱, 拟从整体的角度表征香附挥发油醋制前后化学信息的变化, 为揭示香附醋制机制及其物质基础奠定基础。

## 1 仪器与材料

7890A/5975C 型气相色谱-质谱联用仪 (安捷伦); DZF-6051 真空干燥箱 (成都一恒科技有限公司); TSTP-2500 电热恒温培养箱 (成都特思特仪器有限公司); Esun-0086 电热套 (四川成都培养箱制造有限公司); Mettler Toledo 分析电子天平 (Mettler Toledo 分析仪器有限公司); 挥发油提取器 (成都亚荣有限公司); 乙醚为重蒸后的分析纯, 无水硫酸钠等试剂均为分析纯; 10 批香附药材来源见表 1。

表 1 香附药材来源

Table 1 Source information of *Cyperi Rhizoma*

编号	产地	批号	来源
1	四川	120603	四川科伦天然药业有限公司
2	四川	121106	四川科伦天然药业有限公司
3	山东	120724	巴中科伦医药商贸有限公司
4	江西	121012	巴中科伦医药商贸有限公司
5	河南	120801	四川利民中药饮片有限公司
6	广西	120301	四川道福堂药业有限公司
7	山东	120516	巴中科伦医药商贸有限公司
8	四川	120501	四川九威阁中药饮片有限公司
9	广西	120410	广安福鼎中药饮片有限公司
10	四川	1105056	四川新荷花中药饮片股份有限公司

## 2 方法与结果

### 2.1 香附样品

**2.1.1 生品** 香附生品均采购于各饮片公司, 具体信息见表 1。

**2.1.2 参照品**<sup>[9]</sup> 称取香附净药材 2 000 g, 加入 800 mL 水, 拌匀后放入 25 °C 电热恒温培养箱中恒温闷润 6 h, 于 (140±5) °C 翻炒至干燥。取 10 批生品制成相对应的 10 批参照品。

**2.1.3 醋制品**<sup>[8]</sup> 称取香附净药材 2 000 g, 加入 800 mL 醋水溶液 (醋-水比例 5:3), 拌匀后放入 25 °C 电热恒温培养箱中恒温闷润 6 h, 于 (140±

5) °C 翻炒至干燥。取 10 批生品制成相对应的 10 批醋制品。

### 2.2 供试品溶液的配制

参照《中国药典》2010 年版一部附录挥发油测定法, 提取各组香附挥发油。精密称取香附生品、参照品、醋制品粉末 (过 60 目筛) 100.0 g, 置于圆底烧瓶中, 加入 900 mL 水, 浸泡 2 h 后加热并保持微沸状态 10 h。用乙醚萃取上层液体, 萃取液定容至 10 mL, 即配制成质量浓度为含生药材 10 g/mL 的储备液。加入活化过的无水氯化钙干燥。精密量取 1 mL 储备液置于 10 mL 量瓶中, 用乙醚稀释, 定容, 取稀释液适量, 过 0.22 μm 微孔滤膜, 即得。

### 2.3 GC-MS 条件

色谱柱为 Agilent 19091S-433 柱 (30 m×250 μm, 0.25 μm); 载气为高纯氦气, 柱内载气流量为 1.0 mL/min。升温程序: 80 °C (保持 2 min), 再以 5 °C/min 升至 120 °C (保持 5 min), 以 1 °C/min 升至 125 °C (保持 10 min), 以 0.5 °C/min 升至 128 °C (保持 10 min), 然后以 0.5 °C/min 升至 145 °C (保持 10 min), 再以 20 °C/min 升至 250 °C (保持 2 min), 最后以 5 °C/min 升至 280 °C (保持 5 min)。进样量 1 μL, 分流比为 20:1, 体积流量为 0.8 mL/min, 容积延迟 2 min; EI 电离源, 接口温度为 280 °C, 电子能量 70 eV, 离子源温度 230 °C; 扫描质量范围  $m/z$  50~500; 质谱检索标准库: NIST MS search 2.0。

### 2.4 方法学考察

**2.4.1 精密度试验** 取同一批香附生品, 按“2.2”项下方法制备供试品溶液, 连续进样 6 次, 按照“2.3”项下方法测定, 选择 10 个主要峰进行比较, 结果表明, 各峰相对保留时间 RSD<0.09%, 相对峰面积 RSD<0.43%, 结果表明仪器精密度良好。

**2.4.2 重复性试验** 取同一批香附生品, 按“2.2”项下方法平行制备 6 份供试品溶液, 按照“2.3”项下方法测定, 选择 10 个主要峰进行比较, 结果表明, 各峰相对保留时间的 RSD<0.12%, 相对峰面积 RSD<1.37%, 结果表明该方法重现性良好。

**2.4.3 稳定性试验** 取同一份供试品溶液, 分别于 0、3、6、9、12、24 h 按照“2.3”项下方法测定, 选择 10 个主要峰进行比较, 结果表明, 各峰相对保留时间的 RSD<0.09%, 相对峰面积 RSD<1.41%, 结果表明供试品溶液在 24 h 内稳定性良好。

## 2.5 指纹图谱分析

**2.5.1 指纹图谱的建立** 将10批香附生品(SC1~SC10), 参照品(SW1~SW10)和醋制品(SV1~SV10)挥发油的GC-MS图谱导入中药色谱指纹图谱相似度评价系统2004A版, 分别生成香附生品指纹图谱(图1-A)、香附参照品指纹图谱(图1-B)和香附醋制品指纹图谱(图1-C), 对应的共有峰见图2。采用中位数法分别计算3种供试品的指纹图谱相似度, 结果见表2, 其相似度均大于90%, 符合指纹图谱要求。

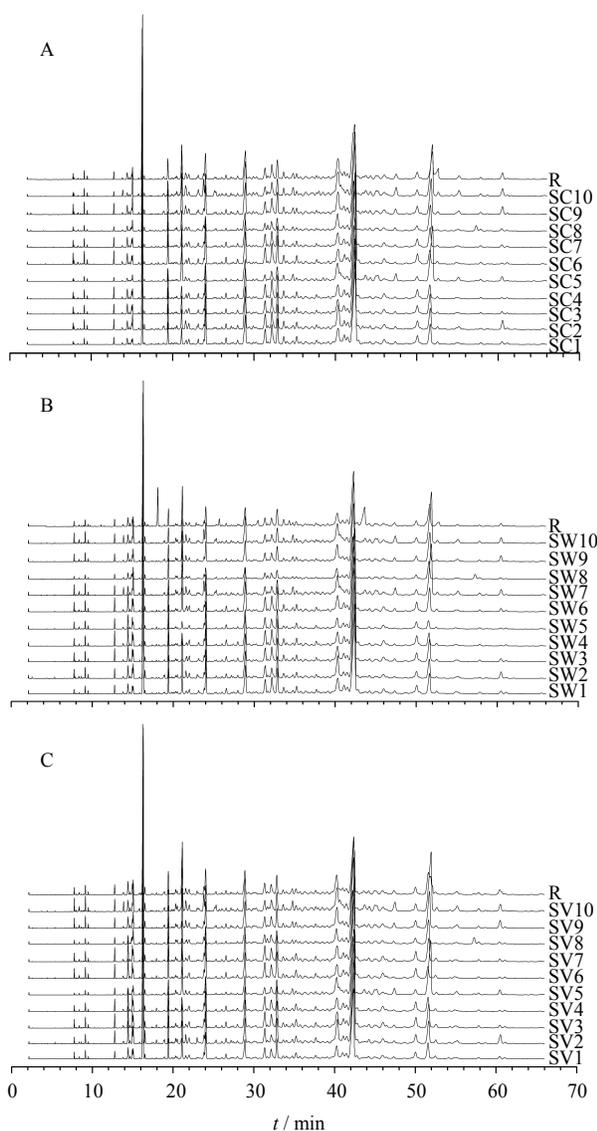


图1 香附生品(A)、参照品(B)和醋制品(C)的挥发油GC-MS指纹图谱及各自对照图谱(R)

Fig. 1 GC-MS fingerprint of volatile oil from crude *Cyperi Rhizoma* (A), water-processed *Cyperi Rhizoma* (B), vinegar-processed *Cyperi Rhizoma* (C), and each reference fingerprint (R)

**2.5.2 指纹图谱分析** 根据相似度评价软件中指纹图谱的匹配数据, 香附生品SC1~SC10挥发油的指纹图谱(图1-A)共含52个共有峰(图2-A), 占总峰面积的84.97%~90.73%; 香附参照品SW1~SW10挥发油的指纹图谱(图1-B)中共含28个共有峰(图2-B), 占总峰面积的71.52%~79.34%; 香附醋制品SV1~SV10挥发油的指纹图谱(图1-C)共含53个共有峰(图2-C), 占总峰面积的85.47%~92.16%。

**2.5.3 指纹图谱的比较** 比较分析三者指纹图谱匹配数据: 香附生品、参照品和醋制品有27个重合的共有峰, 除此以外, 生品与醋制品还有20个重合的共有峰, 醋制品与参照品仅有1个重合的其他共有峰, 生品与参照品没有其他重合的共有峰。香附生品、参照品和醋制品对照图谱见图2。

**2.5.4 指纹峰的指认** 取各供试品溶液(按照“2.2”项下方法制备)适量, 按照“2.3”项下GC-MS条件进行测试分析。所得谱图数据经NIST MS Search 2.0数据库自动检索, 与标准图谱对照、人工谱图解析, 与文献比对, 对基峰、质荷比和相对丰度等进行直观比较、分析和鉴定各化合物, 采用面积归一化法确定30份样品中各共有组分的相对质量分数, 并分别计算生品组、参照品组和醋制品组各共有成分的平均相对质量分数, 结果见表3。

根据表3结果, 可从30份供试品中分离鉴定出46种化合物, 其中质量分数超过5%的共有成分主要有去氢峰菜酮(生品19.19%、参照品19.32%、醋制品18.75%)、香附子烯(生品8.46%、参照品11.09%、醋制品11.24%)、 $\alpha$ -香附酮(生品8.68%、参照品9.00%、醋制品9.13%)、长叶马鞭草烯酮(生品6.23%、参照品5.17%、醋制品5.53%)和氧化石竹烯(生品5.32%)。3组数据中, 环氧水菖蒲烯、库贝醇、顺-马鞭草烯醇等5种成分为生品独有的共有成分; 雅榄蓝烯、塞舌尔烯、(+)-环苜蓿烯等5种成分为醋制品独有。此外, 香附生品、醋制品的20种重合的共有成分如桔利酮、香橙烯氧化物-(2)、环氧马兜铃烯等未能在香附参照品组的共有成分中体现。 $\beta$ -白菖烯是惟一个只有参照品与醋制品重合的共有成分。

## 3 讨论

本实验收集了不同产地的10批香附, 建立了香附醋制前后挥发油的GC-MS指纹图谱, 3组供试品相似度均大于0.90, 验证了课题组前期筛选出的炮

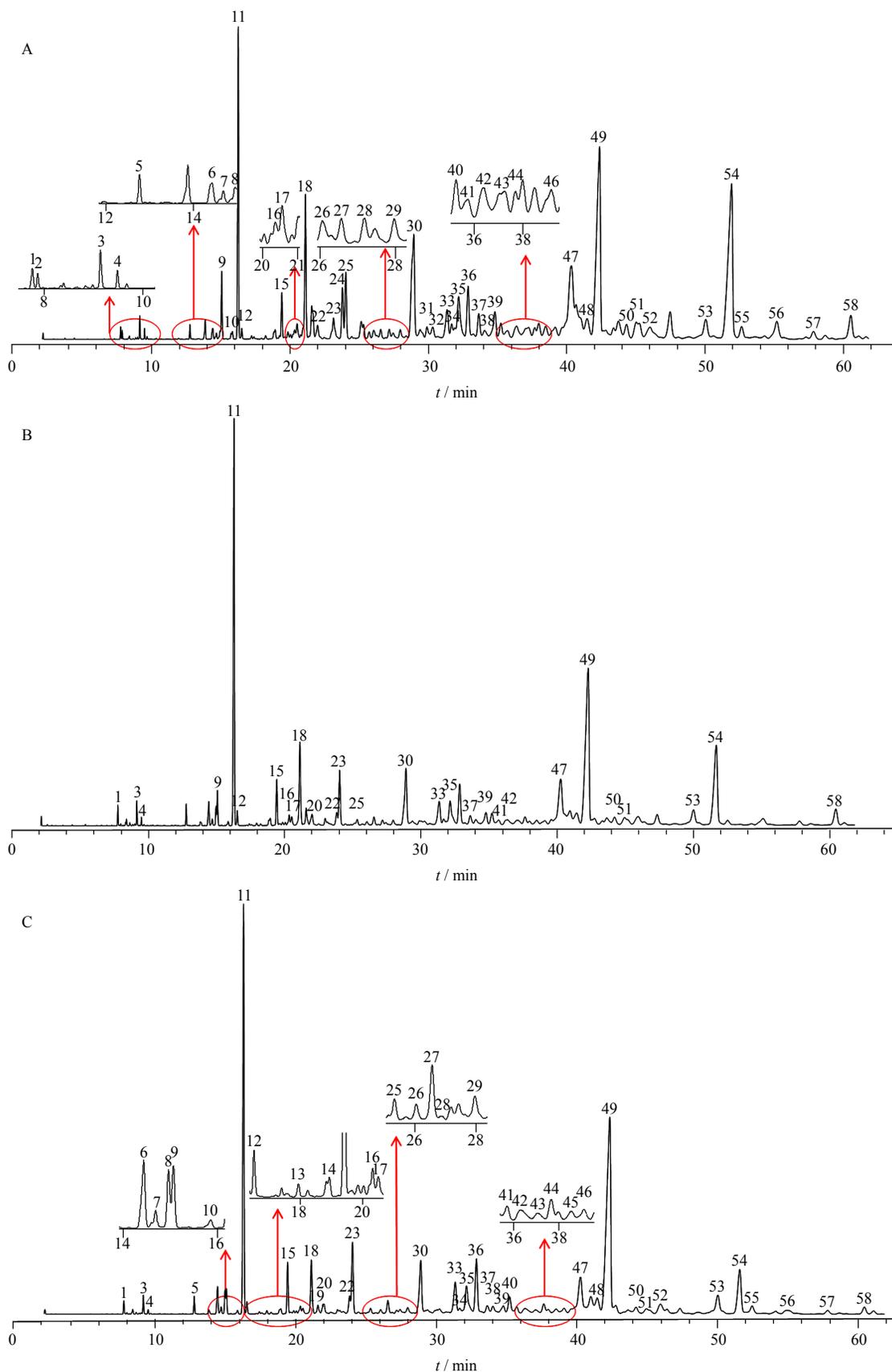


图 2 典型香附生品 (A)、参照品 (B) 和醋制品 (C) 的挥发油 GC-MS 图谱 (共有峰编号参照表 3)  
 Fig. 2 Typical GC-MS fingerprint of volatile oil from crude *Cyperi Rhizoma* (A), water-processed *Cyperi Rhizoma* (B), and vinegar-processed *Cyperi Rhizoma* (C) (serial numbers of common peaks refer to Table 3)

表2 香附挥发油 GC-MS 指纹图谱相似度  
Table 2 Similarity of volatile oil in *Cyperi Rhizoma* by GC-MS

编号	生品	参照品	醋制品	编号	生品	参照品	醋制品
1	1.000	1.000	1.000	6	0.990	0.969	0.987
2	0.989	0.992	0.993	7	0.992	0.991	0.994
3	0.987	0.992	0.997	8	0.937	0.951	0.958
4	0.982	0.989	0.992	9	0.958	0.958	0.965
5	0.958	0.978	0.918	10	0.952	0.953	0.955

制工艺<sup>[9]</sup>稳定可行。与生品组比较, 香附炮制后, 除各共有成分质量分数相对有所增减外, 共有成分种类也发生了变化: 缺失了表3中的第2、21、24、31、32号峰所对应的成分, 而新增了第25号共有成分。由此推测, 此6处变化主要与炮制过程有关, 翻炒受热可能是引起变化的主要影响因素。

实验中特引入了香附的参照品, 即炮制工艺流程与醋制品相同, 但参照品的炮制辅料为水。参照品组的设置可对照性地阐释醋在香附醋制中起到的

表3 香附挥发油中的共有成分及其相对质量分数

Table 3 Common constitutions and their relative contents in volatile oil from *Cyperi Rhizoma*

编号	t / min	化合物	分子式	相对分子质量	质量分数 / %		
					生品	参照品	醋制品
1	7.76	(1R)-(+)-诺蒎酮	C <sub>9</sub> H <sub>14</sub> O	138	0.14	0.28	0.32
2	7.87	顺-马鞭草烯醇	C <sub>10</sub> H <sub>16</sub> O	152	0.07	—	—
3	9.14	桃金娘醇	C <sub>10</sub> H <sub>16</sub> O	152	0.25	0.45	0.48
4	9.48	马鞭烯酮	C <sub>10</sub> H <sub>14</sub> O	150	0.11	0.12	0.10
5	12.77	3, 4, 4α, 5, 6, 7-六氢-1, 1, 4α-三甲基萘酮	C <sub>13</sub> H <sub>20</sub> O	192	0.26	—	0.43
6	14.43	8, 9-去氢环状异长叶烯	C <sub>15</sub> H <sub>22</sub>	202	0.40	—	0.81
7	14.68	(+)-环苜蓿烯	C <sub>15</sub> H <sub>24</sub>	204	—	—	0.24
8	14.96	去氢香橙烯	C <sub>15</sub> H <sub>24</sub> O	202	0.22	—	0.55
9	15.06	古巴烯	C <sub>15</sub> H <sub>24</sub>	204	0.74	0.93	1.03
10	15.85	β-榄香烯	C <sub>15</sub> H <sub>24</sub>	204	0.12	—	0.16
11	16.29	香附子烯	C <sub>15</sub> H <sub>24</sub>	204	8.46	11.09	11.24
12	16.52	9, 10-去氢异长叶烯	C <sub>15</sub> H <sub>22</sub>	202	0.17	0.34	0.41
13	17.94	β-朱栾	C <sub>15</sub> H <sub>22</sub>	202	—	—	0.09
14	18.93	塞舌尔烯	C <sub>15</sub> H <sub>24</sub>	204	—	—	0.27
15	19.42	β-愈创木烯	C <sub>15</sub> H <sub>24</sub>	204	1.25	1.44	1.50
16	20.33	β-雪松烯	C <sub>15</sub> H <sub>24</sub>	204	0.17	0.34	0.48
17	20.51	β-衣兰油烯	C <sub>15</sub> H <sub>24</sub>	204	0.29	0.30	0.34
18	21.11	β-桉叶烯	C <sub>15</sub> H <sub>24</sub>	204	2.59	3.33	3.75
19	21.57	雅榄蓝烯	C <sub>15</sub> H <sub>24</sub>	204	—	—	0.76
20	22.00	脱氢环长叶烯氧化物	C <sub>15</sub> H <sub>22</sub> O	218	0.62	0.70	0.73
21	23.15	库贝醇	C <sub>15</sub> H <sub>26</sub> O	222	0.75	—	—
22	23.82	β-杜松烯	C <sub>15</sub> H <sub>24</sub>	204	1.01	1.03	1.16
23	24.04	斯巴醇	C <sub>15</sub> H <sub>24</sub> O	220	2.72	2.72	2.69
24	25.11	2-亚甲基-6, 8, 8-三甲基-三环 [5, 2, 2, 0 (1, 6)] 十一碳-3-醇	C <sub>15</sub> H <sub>24</sub> O	220	0.39	—	—
25	25.32	β-白菖烯	C <sub>15</sub> H <sub>20</sub>	200	—	0.34	0.40
26	26.04	环氧石竹烯	C <sub>15</sub> H <sub>24</sub> O	220	0.30	—	0.25
27	26.55	(-)-桉油烯醇	C <sub>15</sub> H <sub>24</sub> O	220	0.53	—	0.47
28	27.17	环氧白菖烯	C <sub>15</sub> H <sub>24</sub> O	220	0.21	—	0.20
29	27.97	雪松烯-1-氧化物	C <sub>15</sub> H <sub>24</sub> O	220	0.39	—	0.29
30	28.91	氧化石竹烯	C <sub>15</sub> H <sub>24</sub> O	220	5.32	4.38	3.88

续表 3

编号 <i>t</i> / min	化合物	分子式	相对分子质量	质量分数 / %		
				生品	参照品	醋制品
31	29.90 未鉴定	—	—	0.36	—	—
32	30.27 白菖油萜环氧化物	C <sub>15</sub> H <sub>24</sub> O	220	0.43	—	—
33	31.35 未鉴定	—	—	1.94	1.81	1.83
34	31.67 环氧马兜铃烯	C <sub>15</sub> H <sub>24</sub> O	220	0.45	—	0.36
35	32.16 未鉴定	—	—	3.12	2.43	2.14
36	32.86 桔利酮	C <sub>15</sub> H <sub>22</sub> O	218	2.92	—	2.82
37	33.63 环氧异香橙烯	C <sub>15</sub> H <sub>24</sub> O	220	1.13	0.88	0.68
38	34.04 广藿香烷	C <sub>15</sub> H <sub>24</sub>	204	0.50	—	0.54
39	34.78 1-氧化双环外雪松烯	C <sub>15</sub> H <sub>24</sub> O	220	1.06	1.00	1.03
40	35.23 未鉴定	—	—	1.04	—	1.02
41	35.71 未鉴定	—	—	0.46	0.47	0.52
42	36.34 4, 8 $\alpha$ -二甲基-6-(3-羟基异丙烯基)-2, 4 $\alpha$ , 5, 6, 7, 8-六氢-1H-2-萘醇	C <sub>15</sub> H <sub>24</sub> O <sub>2</sub>	236	0.84	0.78	0.77
43	37.09 未鉴定	—	—	0.75	—	0.67
44	37.66 环氧没药烯	C <sub>15</sub> H <sub>24</sub> O	220	0.61	—	0.67
45	38.53 未鉴定	—	—	—	—	0.55
46	39.09 氧化香橙烯	C <sub>15</sub> H <sub>24</sub> O	220	0.76	—	0.62
47	40.29 长叶马鞭草烯酮	C <sub>15</sub> H <sub>22</sub> O	218	6.23	5.17	5.53
48	41.48 香橙烯氧化物-(2)	C <sub>15</sub> H <sub>24</sub> O	220	1.58	—	1.55
49	42.39 去氢蜂菜酮	C <sub>15</sub> H <sub>22</sub> O	218	19.19	19.32	18.75
50	44.24 未鉴定	—	—	0.72	0.69	0.74
51	44.98 异香橙烯氧化物	C <sub>15</sub> H <sub>24</sub> O	220	0.88	0.88	0.88
52	45.98 未鉴定	—	—	1.37	—	1.10
53	50.05 8-氧化-9H-环状异长叶烯	C <sub>15</sub> H <sub>22</sub> O	218	1.97	1.96	1.96
54	51.69 $\alpha$ -香附酮	C <sub>15</sub> H <sub>22</sub> O	218	8.68	9.00	9.13
55	52.55 未鉴定	C <sub>15</sub> H <sub>24</sub>	204	0.59	—	0.73
56	55.04 未鉴定	—	—	0.99	—	0.85
57	57.84 未鉴定	—	—	0.48	—	0.47
58	60.48 诺卡酮	C <sub>15</sub> H <sub>22</sub> O	218	1.04	0.90	0.94
平均总相对质量分数				87.60	73.11	89.86

“—” 未知或其量为 0

“—” unknown or no content

作用：对比分析二者指纹图谱，参照品组的 28 个共有成分均包含于醋制品组的共有成分中，但数量减少了 25 个。由此可以推断，醋作为炮制的辅料，可能具有保护香附挥发油成分种类的作用。如表 3 中第 36 号桔利酮，该成分不溶于水，但能溶于醋酸溶液，同时其结构式中所含的烯键和羰基可通过分子间作用力，在醋酸溶液中形成偶极-偶极吸引力、氢键等，从而缓解分子结构中七元环的张力，增加稳定性。表 3 中第 48 号香橙烯氧化物-(2)，该

分子结构中有 1 个含氧环丙烷，非常不稳定，又由于水极性大，因此非常容易水解而被破坏；但是在醋酸溶液中，游离的氢离子可以分散含氧环丙烷中氧原子上的负电荷，使其趋于稳定，从而起到保护作用等。

传统中医药认为醋香附长于疏肝理气、调经止痛。文献报道香附中所含的香附子烯具有雌激素样作用<sup>[10]</sup>， $\alpha$ -香附酮具有有效抑制离体子宫肌收缩和解热镇痛的作用<sup>[11-12]</sup>等。香附醋制以后，此类成分

质量分数均有所增加,这可能是香附“醋制增效”物质基础之一,为进一步开展谱效学研究奠定基础。

#### 参考文献

- [1] 中国药典 [S]. 一部. 2010.
- [2] 周中流, 尹文清, 张华林, 等. 香附化学成分研究 [J]. 中草药, 2013, 44(10): 1226-1230.
- [3] 李英霞, 陆永辉, 冯文, 等. HPLC 测定不同产地香附及醋炙香附中木犀草素的含量 [J]. 中国实验方剂学杂志, 2011, 17(1): 56-58.
- [4] 侯立静, 吴丽丽, 李英霞. 不同产地香附和醋炙香附中 $\alpha$ -香附酮含量测定 [J]. 陕西中医, 2011, 32(4): 480-481.
- [5] 杨明, 孙巧兰. 醋炙对香附中 $\alpha$ -香附酮溶出的影响 [J]. 中药材, 1991, 14(4): 30-31.
- [6] 李英霞, 韩莉, 藏晔, 等. 香附醋炙前后总黄酮含量研究 [J]. 中成药, 2011, 33(2): 361-363.
- [7] 金保亮. 香附炮制前后微量元素的对比 [J]. 微量元素与健康研究, 1998, 15(3): 47-48.
- [8] 王世宇, 卢君蓉, 陈秋薇, 等. 香附炮制的历史沿革及现代研究进展 [J]. 中药与临床, 2011, 2(6): 62-64.
- [9] 卢君蓉, 王世宇, 傅超美, 等. 香附醋制工艺的优化研究 [J]. 成都中医药大学学报, 2012, 35(1): 60-62.
- [10] 孙秀梅, 张兆旺, 程艳芹, 等. 香附不同饮片规格的药理实验比较 [J]. 中药材, 2007, 30(10): 1219-1221.
- [11] 温东婷, 张蕊, 陈世忠. 香附化学成分的分离及对未孕大鼠离体子宫肌收缩的影响 [J]. 北京大学学报, 2003, 35(1): 110-111.
- [12] 邓远辉, 刘瑜斌, 罗淑文, 等.  $\alpha$ -香附酮的分离及其解热镇痛作用研究 [J]. 中国新药与临床药理, 2012, 23(6): 620-623.