

## 中药复方扶正平消胶囊挥发油成分的 GC-MS 分析

吕 磊<sup>a</sup> 李 玲<sup>b</sup> 田文君<sup>a</sup> 张 海<sup>a</sup> 李悦悦<sup>a</sup> 张国庆<sup>a</sup> 赵 亮<sup>a</sup> (第二军医大学 <sup>a</sup>. 肝胆外科医院药材料, 上海 200438; <sup>b</sup>. 药学院分析测试中心, 上海 200433)

**[摘要]** 目的 运用气相色谱-质谱联用(GC-MS)技术分析中药复方扶正平消胶囊的挥发油成分。方法 采用水蒸气蒸馏法提取扶正平消胶囊挥发油,运用 GC-MS 技术结合计算机检索对其挥发油进行分析鉴定。结果 共鉴定出 73 个挥发油成分,并对其中 48 个成分进行了药材归属。结论 本研究为扶正平消胶囊的质量控制及进一步临床研究提供了依据。

**[关键词]** 扶正平消胶囊;挥发油;气相色谱-质谱联用

**[中图分类号]** R917;R284.1

**[文献标志码]** A

**[文章编号]** 1006-0111(2012)05-0353-04

**[DOI]** 10.3969/j.issn.1006-0111.2012.05.010

## Analysis of the essential oil from the compound preparation of Fuzhengpingxiao capsule by GC-MS

LV Lei<sup>a</sup>, LI Ling<sup>b</sup>, TIAN Wen-jun<sup>a</sup>, ZHANG Hai<sup>a</sup>, LI Yue-yue<sup>a</sup>, ZHANG Guo-qing<sup>a</sup>, ZHAO Liang<sup>a</sup> (Second Military Medical University <sup>a</sup>. Department of Pharmacy, Eastern Hepatobiliary Surgery Hospital, Shanghai 200438, China; <sup>b</sup>. Pharmaceutical Analysis Center, School of Pharmacy, Shanghai 200433, China)

**[Abstract]** **Objective** To analyze the chemical components of the essential oil from Fuzhengpingxiao capsule by GC-MS. **Methods** The essential oil was extracted by steam distillation, the chemical components of the essential oil were detected by GC-MS. Peaks and their corresponding compounds were identified through database index. **Results** 73 chief components from the compound preparation were identified, and the resource herb medicine of 48 components were indicated. **Conclusion** This study served as a scientific basis for quality control and further clinical research of Fuzhengpingxiao capsule.

**[Key words]** Fuzhengpingxiao capsule; essential oil; GC-MS

扶正平消胶囊为第二军医大学东方肝胆外科医院院内制剂,由本院肝外二科陈汉教授经多年临床应用验方“清消丸”(曾又名“肿瘤丸”)改变剂型而得。扶正平消胶囊由黄芪、吴茱萸、桃仁、浙贝母、白芍等 28 味中药组成,针对中医学所称肿瘤患者气滞血瘀、热毒内蕴、肝气疏泄、气阴两虚的病机理论,采用行气破血、扶正抗邪的抗癌中药对症治疗,并结合临床长期研究,筛选精炼组方而成,具有扶正祛邪、活血散结的功效。我院曾对原方进行过较为深入的基础和临床研究,证明其能延长肝癌鼠的生存期<sup>[1]</sup>。

扶正平消胶囊组方中含有众多富含挥发油成分的药材,如莪术、三棱、红花、千年健、川芎等。现代药理研究表明,许多挥发油成分具有抗肿瘤活性<sup>[2]</sup>。扶正平消胶囊在我院用于治疗肝脏肿瘤多

年,且临床效果较好,我们认为,这与其中含有丰富的挥发油成分密切相关。本文运用 GC-MS 技术首次对中药复方制剂扶正平消胶囊中挥发油成分进行分析、鉴别,为其质量控制及进一步的临床研究提供了重要依据。

### 1 仪器与试剂

**1.1 仪器** Thermo Trace GC Ultra 气相色谱仪, Thermo DSQ II 质谱仪(美国赛默飞世尔公司), Xcalibur 工作站。挥发油测定器(上海华连医疗器械有限公司); METTLER AE240 型电子天平(德国梅特勒公司); LX-02 药材粉碎机(上海利祥公司)。

**1.2 试剂** 扶正平消胶囊由本院制剂室提供,批号 20110401、20110601 和 20110801。所用试剂乙醚为分析纯,水为重蒸水,载气为高纯氦气。

### 2 方法与结果

**2.1 挥发油的提取** 精密称取扶正平消胶囊内容物适量置于圆底烧瓶中,加蒸馏水 500 ml,按照《中华人民共和国药典》2010 年版一部附录“挥发

[基金项目] 上海市药学会科研基金(2011-YY-03-01)。

[作者简介] 吕 磊(1984-),男,硕士研究生,药师。Tel: 13817885940, E-mail: k\_owen2002@126.com。

[通讯作者] 赵 亮。Tel: (021) 81875584, E-mail: zhaoliangphar@hotmail.com。

油测定项”中甲法提取挥发油<sup>[3]</sup>,得到淡黄色、味浓香的油状液体,得油率为0.16%。取样品10 μl以0.5 ml无水乙醚溶解。

**2.2 气相条件** 色谱柱 TR-5MS (30 m × 0.25 mm φ, 25 μm), 分流比 10:1, 进样口温度 250 °C, 程序升温(起始温度 40 °C, 以 10 °C/min 的速率升至 150 °C, 然后以 5 °C/min 升至 280 °C, 并保持 5 min), 传输线温度 260 °C, 载气流速 1 ml/min。

**2.3 质谱条件** 电离方式: EI 源; 电子能量 70eV; 离子源温度 200 °C; 质量范围 ( $m/z$ ): 50 ~ 500; 检测器增益  $1.0 \times 10^5$ ; 溶剂延迟时间 3 min; 质谱采集时间 29 min。

**2.4 扶正平消胶囊挥发油的 GC-MS 图谱** 取以乙醚溶解的扶正平消胶囊挥发油, 按“2.2”和“2.3”项下实验条件进样 1 μl, 得到挥发油的总离子流图, 如图 1 所示。

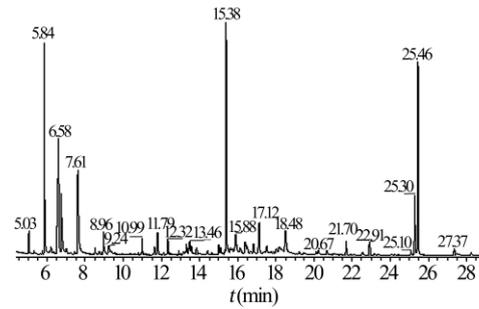


图 1 扶正平消胶囊挥发油总离子流图(批号: 20110801)

## 2.5 扶正平消胶囊挥发油成分的 GC-MS 鉴别结果

每个组分的质谱图通过计算机检索与标准 NIST 谱库对照, 以匹配度为基础 ( $SI > 800$ ) 结合相关文献进行筛选。以各色谱图扣除溶剂峰的全部峰面积作为 100%, 通过色谱峰面积归一化法计算得出各化学成分的相对百分含量。共鉴定出 73 个化合物, 并对峰进行了归属, 结果见表 1。

表 1 扶正平消胶囊挥发油成分鉴别结果

峰号	保留时间 (min)	化合物名称	分子式	分子量 ( $m/z$ )	匹配度	相对含量 (%)	归属
1	5.84	n-2,6-trimethyl-bicyclo[3.1.1]hept-2-ene	C <sub>10</sub> H <sub>16</sub>	136	884	10.56	莪术、当归、千年健、乳香
2	6.89	α-pinene	C <sub>10</sub> H <sub>16</sub>	136	855	3.85	莪术、当归、千年健、乳香
3	7.07	α-myrcene	C <sub>10</sub> H <sub>16</sub>	136	872	0.30	莪术、当归
4	7.61	3-carene	C <sub>10</sub> H <sub>16</sub>	136	859	6.11	莪术、吴茱萸、当归
5	7.99	D-limonene	C <sub>10</sub> H <sub>16</sub>	136	870	0.01	莪术
6	8.05	α-phellandrene	C <sub>10</sub> H <sub>16</sub>	136	903	0.03	乳香
7	8.33	(E)-3,7-dimethyl-1,3-octatriene	C <sub>10</sub> H <sub>16</sub>	136	906	0.05	玄参
8	8.63	1-methyl-4-(1-methylethyl)-1,4-cyclohexadiene	C <sub>10</sub> H <sub>16</sub>	136	842	0.03	当归
9	9.53	3,7-dimethyl-1,6-octadien-3-ol	C <sub>10</sub> H <sub>18</sub> O	154	801	0.05	吴茱萸
10	10.71	(1S)-1,7,7-trimethyl-bicyclo[2.2.1]heptan-2-one	C <sub>10</sub> H <sub>16</sub> O	152	881	0.14	三棱
11	10.99	borneol	C <sub>10</sub> H <sub>18</sub> O	154	814	0.07	莪术、三棱
12	11.37	(R)-4-Methyl-1-(1-methylethyl)-3-cyclohexen-1-ol	C <sub>10</sub> H <sub>18</sub> O	154	804	0.01	千年健
13	11.79	4-trimethyl-3-cyclohexene-1-methanol	C <sub>10</sub> H <sub>18</sub> O	154	839	1.36	狼毒
14	11.95	(1α,3α,4α,6α)-4,7,7-trimethyl-bicyclo[4.1.0]heptan-3-ol	C <sub>10</sub> H <sub>18</sub> O	154	829	0.13	狼毒
15	13.46	bornyl acetate	C <sub>12</sub> H <sub>20</sub> O <sub>2</sub>	196	863	0.80	莪术
16	13.96	(2α,3α,4α,7α)-(+) -octahydro-2,3,4-trimethyl-2-(1-methylethyl)-1H-indene	C <sub>15</sub> H <sub>28</sub>	208	873	0.40	—
17	14.24	(3R-trans)-4-ethenyl-4-methyl-3-(1-methyl-ethenyl)-1-(1-methylethyl)-cyclohexene	C <sub>15</sub> H <sub>24</sub>	204	867	0.06	没药
18	15.08	copaene	C <sub>15</sub> H <sub>24</sub>	204	840	0.58	红花
19	15.25	[1S-(1α,3α,6α)]-decahydro-3-methyl-6-methyl-ene-1-(1-methylethyl)-cyclobuta[1,2,3,4]dicyclopentene	C <sub>15</sub> H <sub>24</sub>	204	926	0.22	—
20	15.38	[1S-(1α,2α,4α)]-1-ethenyl-1-methyl-2,4-bis(1-methylethenyl)-cyclohexane	C <sub>15</sub> H <sub>24</sub>	204	885	14.23	三棱
21	15.88	caryophyllene	C <sub>15</sub> H <sub>24</sub>	204	847	1.92	莪术、红花、三棱、吴茱萸
22	16.07	β-elemene	C <sub>15</sub> H <sub>24</sub>	204	838	0.28	莪术、三棱、吴茱萸、乳香
23	16.63	Z,Z,Z-1,5,9-tetramethyl-1,4,7-cycloundecatriene	C <sub>15</sub> H <sub>24</sub>	204	905	0.11	没药
24	16.94	(1α,4α,8α)-1,2,3,4,5,6-Octahydro-7-methyl-4-methylene-1-(1-methylethyl)-naphthalene	C <sub>15</sub> H <sub>24</sub>	204	918	0.78	没药
25	17.12	[3S-(3α,4α,7α)]-octahydro-7-methyl-3-methyl-ene-4-(1-methylethyl)-1H-cyclopenta[1,3]cyclopropa[1,2]benzene	C <sub>15</sub> H <sub>24</sub>	204	828	2.44	—
26	17.27	[4R-(4α,7α,8α)]-decahydro-4-methyl-1-methyl-ene-7-(1-methylethenyl)-naphthalene	C <sub>15</sub> H <sub>24</sub>	204	873	0.01	没药、红花

峰号	保留时间 ( min)	化合物名称	分子式	分子量 ( m/z)	匹配度	相对含量 ( %)	归属
27	17.38	2-sopropenyl-4- $\beta$ -dimethyl-1,2,3,4,5,6,8-octahydronaphthalene	C <sub>15</sub> H <sub>24</sub>	204	816	0.29	没药
28	17.55	2,4-bis(1,1-dimethylethyl)-phenol	C <sub>14</sub> H <sub>22</sub> O	206	823	0.71	桃仁
29	17.70	(1S-cis)-1,2,3,5,6,8-hexahydro-4,7-dimethyl-1-(1-methylethyl)-naphthalene	C <sub>15</sub> H <sub>24</sub>	204	833	0.27	三棱、没药、吴茱萸
30	17.82	isoaromadendrene epoxide	C <sub>15</sub> H <sub>24</sub> O	220	816	0.11	莪术
31	18.30	[S-(Z,Z)]-4- $\beta$ -tetramethyl-3,7-cyclodecadiene-1-methanol	C <sub>15</sub> H <sub>26</sub> O	222	818	1.11	莪术
32	18.49	$\alpha$ -guaiane	C <sub>15</sub> H <sub>24</sub>	204	856	2.27	莪术
33	18.86	(-)-spathulenol	C <sub>15</sub> H <sub>24</sub> O	220	813	0.09	川芎
34	18.95	caryophyllene oxide	C <sub>15</sub> H <sub>24</sub> O	220	810	0.02	莪术
35	19.18	cis-5-ethenyl-5-methyl-4-(1-methylethenyl)-2-(1-methylethylidene)-cyclohexanone	C <sub>15</sub> H <sub>22</sub> O	218	929	0.02	—
36	19.25	8,9-dehydro-9-formyl-cycloisolongifolene	C <sub>16</sub> H <sub>22</sub> O	230	851	0.24	莪术
37	19.56	(8S)-1-methyl-4-isopropyl-7,8-dihydroxy-spiro[tricyclo[4.4.0.0(5,9)]decane-10,2'-oxirane]	C <sub>15</sub> H <sub>24</sub> O <sub>3</sub>	252	837	0.27	—
38	19.71	[1R-(1 $\alpha$ ,4 $\alpha$ ,7 $\alpha$ )]-decahydro-1,1,7-trimethyl-4-methylene-1H-cycloprop-azulene-7-ol	C <sub>15</sub> H <sub>24</sub> O	220	857	0.02	吴茱萸
39	19.93	Cadinol	C <sub>15</sub> H <sub>26</sub> O	222	871	0.06	莪术
40	19.97	muurolol	C <sub>15</sub> H <sub>26</sub> O	222	808	0.06	吴茱萸
41	20.17	$\alpha$ -cadinol	C <sub>15</sub> H <sub>26</sub> O	222	833	0.26	莪术
42	20.27	[1R-(1 $\alpha$ ,4 $\alpha$ ,8 $\alpha$ )]-Decahydro-1,4-dimethyl-7-(1-methylethylidene)-1-naphthalenol	C <sub>15</sub> H <sub>26</sub> O	222	906	0.40	—
43	20.46	neocurdione	C <sub>15</sub> H <sub>24</sub> O <sub>2</sub>	236	917	0.01	莪术
44	20.82	(E,E)-3,7-dimethyl-10-(1-methylethylidene)-3,7-cyclodecadien-1-one	C <sub>15</sub> H <sub>22</sub> O	218	922	0.01	莪术
45	21.05	3-butylidene-1(3H)-isobenzofuranone	C <sub>12</sub> H <sub>12</sub> O <sub>2</sub>	188	929	0.12	川芎
46	21.16	6,10-dimethyl-3-(1-methylethyl)-6-cyclodecene-4-dione	C <sub>15</sub> H <sub>24</sub> O <sub>2</sub>	236	897	0.15	莪术
47	21.37	aromadendrene oxide	C <sub>15</sub> H <sub>24</sub> O	220	847	0.02	乳香
48	21.49	[3S-(3R,6E,10E,11R)]-3,4,5,8,9,11-hexahydro-3,6,10-trimethyl-cyclodeca-furan-2(3H)-one	C <sub>15</sub> H <sub>22</sub> O <sub>2</sub>	234	865	0.04	莪术
49	21.57	2-hydroxy-5-(3-methyl-2-butenyl)-4-(1-methyl-ethenyl)-2,4,6-cycloheptatrien-1-one	C <sub>15</sub> H <sub>18</sub> O <sub>2</sub>	230	857	0.02	血竭
50	21.62	6-(1-hydroxymethylvinyl)-4,8-dimethyl-3,5,6,7,8-hexahydro-1H-naphthalen-2-one	C <sub>15</sub> H <sub>22</sub> O <sub>2</sub>	234	872	0.02	红花
51	21.70	5,7,8-trimethyl-dihydrocoumarin	C <sub>12</sub> H <sub>14</sub> O <sub>2</sub>	190	850	0.93	莪术
52	21.99	4-methoxy-2-(1-phenylethyl)phenol	C <sub>15</sub> H <sub>16</sub> O <sub>2</sub>	228	889	0.05	当归
53	22.25	norethynodrel	C <sub>20</sub> H <sub>26</sub> O <sub>2</sub>	298	916	0.01	—
54	22.60	[3S-(3 $\alpha$ ,6 $\alpha$ ,9 $\alpha$ )]-3,4,6,7,8,9-octahydro-6-methyl-3,9-bis(methylene)-azulene[4,5]furan-2(3H)-one	C <sub>15</sub> H <sub>18</sub> O <sub>2</sub>	230	927	0.35	—
55	22.79	3,4-dihydroxy-5-(3-methyl-2-butenyl)-2-(3-methyl-1-oxobutyl)-4-(4-methyl-1-oxo-3-pentenyl)-2-cyclopenten-1-one	C <sub>21</sub> H <sub>30</sub> O <sub>5</sub>	362	885	0.02	—
56	23.31	1,4-dimethyl-7-(1-methylethyl)-azulene-2-ol	C <sub>15</sub> H <sub>18</sub> O	214	843	0.17	—
57	23.40	7-(4-methoxybenzylidene)bicyclo[4.1.0]heptane	C <sub>15</sub> H <sub>18</sub> O	214	920	0.15	三棱
58	24.03	6-methoxy-2-(1-buten-3-yl)-naphthalene	C <sub>15</sub> H <sub>16</sub> O	212	881	0.10	三棱
59	24.09	13,14-dimethyl-2,11-dioxatricyclo[10.2.2.0(4,9)]hexadeca-3(8),5,13,15-tetraene-4,7-dione	C <sub>16</sub> H <sub>16</sub> O <sub>4</sub>	272	833	0.11	—
60	24.33	1-heptatriacotanol	C <sub>37</sub> H <sub>76</sub> O	536	852	0.04	—
61	24.73	2,3-diethyl-4,5,6,7,8,9,10,11,12,13-decahydro-benzocyclododecene	C <sub>20</sub> H <sub>32</sub>	272	860	0.03	—
62	24.88	4-acetoxy-17-hydroxy-androst-5-ene-17-carbonitrile	C <sub>22</sub> H <sub>31</sub> O <sub>3</sub>	357	880	0.04	—
63	25.30	[S-(E,Z,E,E)]-3,7,11-trimethyl-14-(1-methyl-ethyl)-1,3,6,10-cyclotetradecatetraene	C <sub>20</sub> H <sub>32</sub>	272	841	4.28	—
64	25.46	[1R-(1R,3E,7E,11R,12R)]-4,8,12,15,15-pentamethyl-bicyclo[9.3.1]pentadeca-3,7-dien-12-ol	C <sub>20</sub> H <sub>34</sub> O	290	890	12.71	—
65	25.81	9-cis-retinal	C <sub>20</sub> H <sub>28</sub> O	284	843	0.01	—
66	26.33	16H-kauran-16-ol	C <sub>20</sub> H <sub>34</sub> O	290	884	0.02	—

峰号	保留时间 (min)	化合物名称	分子式	分子量 (m/z)	匹配度	相对含量 (%)	归属
67	26.46	ursodeoxycholic acid	C <sub>24</sub> H <sub>40</sub> O <sub>4</sub>	392	802	0.02	—
68	27.27	perhydro-2-acetyl-4,7,7,10-tetramethyl benzo-chromen-3-one	C <sub>19</sub> H <sub>30</sub> O <sub>3</sub>	306	900	0.01	—
69	27.37	[1S-[1α,6α,8α]]-ethenyldecahydro-4-hydroxy-5,8-tetramethyl-2-methylene-1-naphthalene-propanol	C <sub>20</sub> H <sub>34</sub> O <sub>2</sub>	306	875	0.44	—
70	27.55	2-[4-methyl-6-(2,6,6-trimethylcyclohex-1-enyl)hexa-1,3,5-trienyl]cyclohex-1-en-1-carboxaldehyde	C <sub>23</sub> H <sub>32</sub> O	324	912	0.15	—
71	27.69	3-(octadecyloxy) propyl ester-oleic acid	C <sub>39</sub> H <sub>76</sub> O <sub>3</sub>	592	844	0.22	—
72	28.05	2,6,10,15,19,23-hexamethyl-tetracos-2,6,14,18,22-pentaene-10,11-diol	C <sub>30</sub> H <sub>52</sub> O <sub>2</sub>	444	922	0.02	—
73	28.43	(3α,11α,12α,14α)-pregn-5-ene-3,8,11,12,14,20-hexol	C <sub>21</sub> H <sub>34</sub> O <sub>6</sub>	382	897	0.01	—

### 3 讨论

**3.1 实验条件优化** 首先考察了乙醚超声法提取挥发油,此法操作简单,但提取率低,提取物图谱峰容量少,后采用经典的水蒸气蒸馏法,获得良好收率。GC 条件主要考察了程序升温的过程,经过一系列优化,最后选择了起始温度 40℃,以两个阶段升至 280℃并保持 3 min 的过程,保证了采样时间短,峰容量大,分离度好。MS 条件主要是对质谱检测范围的选择,在查阅相关文献<sup>[4-14]</sup>并分析了组方中可能的挥发油成分后,选择了 50~500(m/z)。

**3.2 鉴别结果分析** 通过 GC-MS 分析总共鉴别出扶正平消胶囊中 73 个挥发油成分。从组分上看,由于扶正平消胶囊为一个含 28 味药材的大组方,其挥发油包含萜类、芳香族和脂肪族等几乎所有挥发油种类。从含量来看,多种药材共同含有较为常见的含量较高的挥发油成分,如 n-2,6,6-trimethyl-bicyclo[3.1.1]hept-2-ene 为莪术、当归、千年健、乳香共有,占 10.56%,3-carene 为莪术、吴茱萸、当归共有,占 6.11%。通过查阅相关文献<sup>[4-14]</sup>,我们对鉴别出的成分都进行了药材归属,共有 48 个成分得到了归属,且大多来自于莪术,其次为三棱。未归属成分多为分子量较大,出峰位置比较靠后的物质,其母核多为扶正平消胶囊单方药材中所含成分,而实际只检测出其衍生物。如油酸存在于川芎中,但却并未被检测出,而检测出了以油酸为母核的 71 号化合物 3-(octadecyloxy) propyl ester-oleic acid。推测这些未归属成分可能是在组方复杂环境下通过化学反应所形成的,也不排除是由药材因为生长环境影响,而带入其中的外来物质,还有待进一步研究。

**3.3 本研究采用配有 EI 源的 GC-MS 技术,结合计算机自动检索匹配功能,对扶正平消胶囊中的挥发**

油成分进行了分析,初步鉴别出 73 个化合物,其中 48 个化合物得到归属。本研究进一步阐明了扶正平消胶囊的化学物质基础,为其质量控制及临床研究提供了参考。

### 【参考文献】

- [1] 胡宏楷. 复方中药“肿瘤丸”对大鼠移植型肝癌的疗效观察[J]. 第二军医大学学报, 1985, 6(5): 287.
- [2] 方 阅, 刘皋林, 张 渊. 洋葱挥发油抗肿瘤作用的实验研究[J]. 中国药房, 2011, 22(7): 592.
- [3] 中国药典 2010 版. 一部[S]. 2010: 194.
- [4] 史克莉. 不同品种莪术挥发油成分 GC-MS 分析[J]. 湖北中医学院学报, 2009, 8(11): 29.
- [5] 赵富春, 曾 志, 刘雪英. 没药挥发性化学成分的研究[J]. 华南师范大学学报: 自然科学版, 2006, (1): 69.
- [6] 杨再波, 赵 超. 固相微萃取/气相色谱/质谱法分析千年健中挥发性化学成分[J]. 精细化工, 2007, 24(2): 149.
- [7] 施婵丽, 李祖光, 张 丽. 乳香挥发油的化学成分研究[J]. 分析化学, 2009, 37(A02): 293.
- [8] 朱凤妹, 杜 彬, 李 军. 利用 GC-MS 技术分析三棱挥发油化学成分[J]. 天然产物研究与开发, 2010, 22(2): 253.
- [9] 顾蕾蕾, 武露凌, 李 祥. 桃仁、红花及其药对挥发油的气相-质谱分析[J]. 中成药, 2008, 5(30): 719.
- [10] 张金渝, 王元忠, 赵振玲. 气相色谱-质谱联用分析不同产地云当归挥发油化学成分[J]. 安徽农业科学, 2009, 37(26): 12538.
- [11] 姜方明, 李群芳, 黄雯南. 固相微萃取-气相色谱-质谱联用分析吴茱萸挥发油成分[J]. 药物分析杂志, 2010, 30(7): 1248.
- [12] 冯 娜, 魏春雁, 孙知本. 瑞香狼毒叶挥发油研究[J]. 东北师大学报自然科学版, 2002, 12(34): 87.
- [13] 王竹红, 王玉英, 屠鹏飞. 广西血竭挥发油化学成分的 GC-MS 分析[J]. 中草药, 2007, 38(7): 997.
- [14] 吴 琦, 杨秀伟. 国家中药材 GAP 基地产川芎挥发油化学成分的 GC-MS 分析[J]. 中国中药杂志, 2008, 2(33): 276.

[收稿日期] 2012-03-07

[修回日期] 2012-04-16