

GC-MS 分析臭常山根、茎及叶中主要挥发性化学成分

何前松¹, 冯泳^{1*}, 彭全材², 杨占南³

(1. 贵阳中医学院, 贵阳 550001; 2. 中国科学院海洋研究所, 山东 青岛 266071;
3. 贵州师范大学贵州省山地环境重点实验室, 贵阳 550001)

[摘要] 目的: 运用 GC-MS 分析臭常山根、茎及叶的主要挥发性化学成分, 并比较其成分种类的异同与含量差异。方法: 采用固相微萃取(head-space solid-phase microextraction, SPME) 技术分别提取臭常山根、茎及叶的主要挥发性化学成分, 用 GC-MS 对其挥发性成分进行鉴定。结果: 从臭常山根、茎及叶中分离出 85 个峰, 共鉴定了 83 个化合物。根的主要挥发性成分有 1-甲基-5, 6-二乙烯基-1-环己烯(80.70%) 和 3-甲基-3, 4-二乙烯基-1-环己烯(7.59%), 茎的主要挥发性成分有 α -蒎烯(36.12%)、苜蓿基异腈(14.46%)、苜蓿基异氰(12.57%)、甲基辛基酮(4.59%), 叶的主要挥发性成分有 2-己烯醛(21.11%)、Diktaminin(19.00%)、桉烯(10.79%) 及氧化石竹烯(6.25%)。结论: 臭常山根、茎及叶所含挥发性成分差异较大, 共有成分 11 个(分别占根、茎、叶挥发性成分的 93.15%, 51.82% 和 20.33%), 为进一步研究和运用臭常山根、茎及叶入药提供了参考。

[关键词] 臭常山根、茎、叶; 气相色谱-质谱联用; 挥发性成分; 固相微萃取

[中图分类号] R284.1 [文献标识码] B [文章编号] 1005-9903(2010)09-0083-05

Analysis of Volatile Chemical Constituents in Entire Plants of *Orixa japonica* by GC-MS Spectrometry

HE Qian-song¹, FENG Yong^{1*}, PENG Quan-cai², YANG Zhan-nan³

(1. Guiyang College of Traditional Chinese Medicine, Guiyang 550001, China;

2. Institute of Oceanology, Chinese Academy of Sciences, Qingdao 266071, China;

3. Key Laboratory for Information System of mountainous Area and protection of Ecological Environment of Guizhou Province, Guizhou Normal University, Guiyang 550001, China)

[Abstract] **Objective:** To analyze and compare the volatile components which were extracted from entire plants of *Orixa japonica*. **Method:** The volatile components were extracted from entire plants of *Orixa japonica* Thunb. by the methods of SPME and the chemical components of them were identified by GC-MS. **Result:** Eighty-five compounds were extracted from entire plants of *Orixa japonica*, eighty-three compounds were identified. The main volatile components of root are 1-methyl-5, 6-divinyl-1-cyclohexene(80.70%) and 3-methyl-3, 4-divinyl-1-cyclohexene(7.59%), the main volatile components of stem are α -pinene(36.12%), benzyl is onitrile(14.46%), Benzyl is ocyanide(12.57%) and 2-decanone(4.59%), the main volatile components of leaf are 2-Hexenal(21.11%), diktaminin(19.00%), sabinen(10.79%) and caryophyllene oxide(6.25%). **Conclusion:** Contain volatile components in the entire plants of *Orixa japonica* are quite different, eleven compounds were common in both of root, stem and leaf. The results of the studies can be referenced when the entire plants of *Orixa japonica* need to be further studied.

[Key words] entire plants of *Orixa japonica*; GC-MS; volatile chemical constituents; SPME

[收稿日期] 20100318(009)

[基金项目] 贵阳中医学院 2009 年度青年基金课题

[第一作者] 何前松, 硕士, 讲师, 从事中药复方药效及物质基础研究, E-mail: hqs0820@126.com

[通讯作者] * 冯泳, 硕士, 教授, 从事中药复方配伍研究, E-mail: fy668@sina.com

臭常山 *Orixa japonica* Thunb. 为芸香科 Rutaceae 植物, 是贵州民间常用药材, 其别名有臭山羊、臭苗、大山羊、栀子黄、和常山、大骚羊等, 其味苦、辛, 性凉, 主治风热感冒, 咳嗽喉痛, 脘腹胀痛, 风湿关节痛, 跌打伤痛, 湿热痢疾, 疟疾等^[1]。在《贵州民间方药集》、《贵阳民间药草》、《贵州草药》、《贵州民间药物》、《天目山药用植物志》和《全国中草药汇编》等书籍中, 均记载药用部位是根, 未见其他部位入药的记载。鉴于药材资源有限, 为了充分利用药材, 笔者拟研究其茎、叶等部位入药, 分析其所含化学成分的异同, 为进一步研究臭常山茎、叶入药打基础。已有研究表明臭常山根部含 α -蒎烯、 β -衣兰油烯、 β -石竹烯、2-甲氨基-安息香酸甲酯、吉玛烯 D, 3, 4-二乙炔基-3-甲基-环己烯等挥发性成分^[2]。目前文献研究未发现对臭常山茎及叶等部位的挥发性成分研究报道, 本实验考察了臭常山茎和叶所含挥发性成分以及臭常山根所含挥发性成分的异同, 笔者采用固相微萃取 (SPME) 臭常山根、茎及叶的挥发性成分, 并用 GC-MS 分析, 结合质谱 NIST 数据库检索等技术进行分离鉴定, 进行对比分析其根、茎及叶所含挥发性成分的差异, 为进一步研究和运用臭常山根、茎及叶入药提供参考。

1 材料与方 法

1.1 药材 臭常山采自贵州省道真仡佬族苗族自治县, 经贵阳中医学院生药实验室王世清教授鉴定为芸香科植物日本常山 *O. japonica*。

1.2 仪器 气质联用仪 QP2010(日本岛津公司), 顶空固相微萃取 HS-SPME 装置(美国 Supelco 公司); PDMS 100 μm , PDMS 75 μm , PDMS 7 μm , PA

85 μm 萃取头(美国 Supelco 公司); 5 mL 顶空瓶。

1.3 方 法

1.3.1 SPME 臭常山根、茎、叶中挥发性成分的萃取: 分别在 5 mL 装有磁力搅拌器的顶空瓶中加入臭常山根、茎、叶待测样品, 使用 PDMS 100 μm 萃取头, 在 90 $^{\circ}\text{C}$ 的萃取温度、萃取 30 min, GC 解吸 5 min, 用于 GC 分析, 利用气相色谱-质谱联用方法测定臭常山根、茎和叶挥发性成分进行定性分析。

1.3.2 气相色谱条件 HP-5 弹性石英毛细管色谱柱(0.25 mm \times 30 m, 0.25 μm)。升温程序初始温度 40 $^{\circ}\text{C}$ 保持 3 min, 以 5 $^{\circ}\text{C}\cdot\text{min}^{-1}$ 至 100 $^{\circ}\text{C}$, 保持 1 min, 以 3 $^{\circ}\text{C}\cdot\text{min}^{-1}$ 至 160 $^{\circ}\text{C}$, 以 6 $^{\circ}\text{C}\cdot\text{min}^{-1}$ 至 220 $^{\circ}\text{C}$, 保持 16 min。载气氦气, 流速 0.76 mL $\cdot\text{min}^{-1}$; 进样口温度 250 $^{\circ}\text{C}$ 。

1.3.3 质谱条件 离子源为 EI, 电离电压 70 eV, 离子源温度 230 $^{\circ}\text{C}$, 溶剂延迟时间 2 min, 质谱范围 m/z 40 ~ 400; 扫描周期 0.5 scan/s。分析结果运用质谱数据库 NIST147 标准谱库进行检索。

1.3.4 定性、定量方法 质谱结果经计算机检索(质谱数据库 NIST147) 进行定性分析。利用面积归一法计算已定性出的香气物质的相对含量。

2 结果与分析

固相微萃取 (SPME) 臭常山根、茎和叶的挥发性成分, 按上述测试条件进行 GC-MS 分析, 得臭常山根、茎和叶的气相色谱总离子流图。对每个色谱峰的化合物给出特定的 MS 峰, 经计算机贮存信号的检索及质谱图进行解析, 确定化合物, 并用峰面积归一化法测定各成分相对百分含量, 成分鉴定结果见表 1 ~ 3。

表 1 臭常山根的挥发性化学成分

| No. | t_R /min | 化合物 | 分子式 | 质量分数 /% |
|-----|------------|---|-----------------------------------|---------|
| 1 | 6.269 | prenal 3-甲基-2-丁烯醛 | $\text{C}_5\text{H}_8\text{O}$ | 0.03 |
| 2 | 6.676 | hexanal 己烯醛 | $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}$ | 0.06 |
| 3 | 12.345 | α -pinene α -蒎烯 | $\text{C}_{10}\text{H}_{16}$ | 2.40 |
| 4 | 13.937 | benzaldehyde 安息香醛 | $\text{C}_7\text{H}_6\text{O}$ | 0.29 |
| 5 | 15.219 | β -myrcene β -月桂烯 | $\text{C}_{10}\text{H}_{16}$ | 1.21 |
| 6 | 16.044 | bicyclo[3.1.0]hex-2-ene, 2-methyl-5-(1-methylethyl)-5-[1-甲基]-2-甲基-双环-[3,1,0]-十六-2-烯 | $\text{C}_{10}\text{H}_{16}$ | 0.23 |
| 7 | 16.152 | 3-carene 3-萜烯 | $\text{C}_{10}\text{H}_{16}$ | 0.94 |
| 8 | 16.973 | 1,3,8- <i>p</i> -menthatriene 1,3,8-对-薄荷三烯 | $\text{C}_{10}\text{H}_{16}$ | 0.09 |
| 9 | 17.222 | cyclohexene, 1-methyl-4-(1-methylethenyl)-, (S)- 苜烯 | $\text{C}_{10}\text{H}_{16}$ | 0.52 |
| 10 | 17.285 | sabenene 桉烯 | $\text{C}_{10}\text{H}_{16}$ | 0.20 |

续表 1

| No. | t_R /min | 化合物 | 分子式 | 质量分数 /% |
|-----|------------|---|------------------|---------|
| 11 | 22.534 | 3-methyl-3,4-divinyl-1-cyclohexene 3-甲基-3,4-二乙烯基-1-环己烯 | $C_{11}H_{16}$ | 7.59 |
| 12 | 23.057 | 1-methyl-5,6-divinyl-1-cyclohexene 1-甲基-5,6-二乙烯基-1-环己烯 | $C_{11}H_{16}$ | 69.30 |
| 13 | 26.110 | phosphoric acid, 2,2-dichlorovinyl dimethyl ester 2,2-二氯乙烯基二甲基磷酸酯 | $C_4H_7Cl_2O_4P$ | 0.34 |
| 14 | 26.432 | benzene, (1,1-diethylpropyl) - 叔丁基苯 | $C_{13}H_{20}$ | 0.05 |
| 15 | 29.794 | 3,9-dodecadiyne 3,9-十二烷二炔 | $C_{12}H_{18}$ | 0.17 |
| 16 | 30.284 | 1-methyl-5,6-divinyl-1-cyclohexene 1-甲基-5,6-二乙烯基-1-环己烯 | $C_{11}H_{16}$ | 11.40 |
| 17 | 33.497 | (+)-cycloisosaivene 环萨替文 | $C_{15}H_{24}$ | 0.19 |
| 18 | 33.964 | megastigma-3,7(E),9-triene 3,7,9-大柱三烯 | $C_{13}H_{20}$ | 0.44 |
| 19 | 35.715 | bicyclo[7.2.0]undec-4-ene, 4,11,11-trimethyl-8-methylene-, [1R-(1R@,4Z,9S@)]-[1R-(1R*,4Z,9S*)]-4,11,11-三甲基-8-亚甲基-二环[7.2.0]4-十一烯 | $C_{15}H_{24}$ | 0.27 |
| 20 | 36.154 | gemacrene D 大 = 牛儿烯 | $C_{15}H_{24}$ | 0.31 |
| 21 | 37.237 | -caryophyllene - 律草烯 | $C_{15}H_{24}$ | 0.16 |
| 22 | 38.043 | naphthalene, 1,2,4a,5,6,8a-hexahydro-4,7-dimethyl-1-(1-methylethyl)-1,2,4a,5,6,8a-六氢-4,7-二甲基-1-异丙基萘 | $C_{15}H_{24}$ | 0.24 |
| 23 | 39.031 | -amorphene - 紫穗槐烯 | $C_{15}H_{24}$ | 1.19 |
| 24 | 41.052 | hedycaryol 四甲基环癸二烯甲醇 | $C_{15}H_{26}O$ | 0.68 |
| 25 | 45.021 | (-)-cedreanol | $C_{15}H_{26}O$ | 0.99 |
| 26 | 47.666 | hexadecana 十六碳烯醛 | $C_{16}H_{32}O$ | 0.31 |
| 27 | 56.540 | hexadecanoic acid 棕榈酸 | $C_{16}H_{32}O$ | 0.40 |

表 2 臭常山茎的挥发性化学成分

| No. | t_R /min | 化合物 | 分子式 | 质量分数 /% |
|-----|------------|--|-------------------|---------|
| 1 | 6.684 | hexanal 己烯醛 | $C_6H_{12}O$ | 0.44 |
| 2 | 8.857 | ethyl 3-butenate 乙基-3-丙烯酸甲酯 | $C_6H_{10}O_2$ | 0.44 |
| 3 | 12.352 | -pinene - 蒎烯 | $C_{10}H_{16}$ | 36.12 |
| 4 | 13.943 | benzaldehyde 安息香醛 | C_7H_6O | 2.35 |
| 5 | 14.343 | sabinen 桉烯 | $C_{10}H_{16}$ | 2.12 |
| 6 | 15.225 | -myrcene - 月桂烯 | $C_{10}H_{16}$ | 2.02 |
| 7 | 16.509 | furan, 2-propyl- 2-丙基呋 | $C_7H_{10}O$ | 1.19 |
| 8 | 18.136 | 1,3,6-octatriene, 3,7-dimethyl-, (Z)-(Z)-3,7-二甲基-1,3,6-十八烷三烯 | $C_{10}H_{16}$ | 2.58 |
| 9 | 22.902 | 3-methyl-3,4-divinyl-1-cyclohexene 3-甲基-3,4-二乙烯基-1-环己烯 | $C_{11}H_{16}$ | 4.48 |
| 10 | 24.655 | benzyl isonitrile 苄基异腈 | C_8H_7N | 14.46 |
| 11 | 24.939 | benzyl isocyanide 苄基异氰 | C_8H_7N | 12.57 |
| 12 | 33.831 | copaene 可巴烯 | $C_{15}H_{24}$ | 1.06 |
| 13 | 35.740 | (Z,Z)-.alpha.-Farnesene (Z,Z)- -金合欢烯 | $C_{15}H_{24}$ | 1.01 |
| 14 | 37.825 | 3-heptenyl acetate 醋酸-3-庚烯基酯 | $C_9H_{16}O_2$ | 1.55 |
| 15 | 38.890 | 2-decanone 甲基辛基酮 | $C_{10}H_{20}O$ | 4.59 |
| 16 | 39.035 | 3-hexanone, 2,4-dimethyl-2,4-二甲基-3-己酮 | $C_8H_{16}O$ | 0.53 |
| 17 | 39.840 | -cubebene - 萆澄茄油烯 | $C_{15}H_{24}$ | 1.27 |
| 18 | 45.622 | 2-methyl-6-methylene-octa-3,7-dien-2-ol 月桂烯醇 | $C_{10}H_{16}O$ | 0.82 |
| 19 | 46.110 | isobutyryl chloride 异丁酰氯 | C_4H_7ClO | 0.62 |
| 20 | 47.010 | pentanal, 2-methyl- 甲基戊醛 | $C_6H_{12}O$ | 1.39 |
| 21 | 47.686 | decanal 十碳醛 | $C_{10}H_{20}O$ | 1.60 |
| 22 | 55.672 | dictamnine 白鲜碱 | $C_{12}H_9NO_2$ | 1.58 |
| 23 | 56.522 | hexadecanoic acid 棕榈酸 | $C_{16}H_{32}O_2$ | 3.19 |
| 24 | 61.189 | phytol 叶绿醇 | $C_{20}H_{40}O$ | 2.02 |

表 3 臭常山叶的挥发性化学成分

| No. | t_R / min | 化合物 | 分子式 | 质量分数 / % |
|-----|-------------|---|-------------------|----------|
| 1 | 3.099 | crotonaldehyde 巴豆醛 | C_4H_6O | 1.06 |
| 2 | 3.581 | neopentane 新戊烷 | C_5H_{12} | 0.37 |
| 3 | 3.827 | 2-ethylfuran 2-乙基呋 | C_6H_8O | 4.70 |
| 4 | 5.751 | 2-penten-1-ol 2-戊烯-1-醇 | $C_5H_{10}O$ | 0.56 |
| 5 | 6.267 | prenal 3-甲基-2-丁烯醛 | C_5H_8O | 0.20 |
| 6 | 6.682 | hexanal 己烯醛 | $C_6H_{12}O$ | 1.66 |
| 7 | 8.816 | 2-hexenal 2-己烯醛 | $C_6H_{10}O$ | 21.11 |
| 8 | 8.927 | 3-hexen-1-ol 3-己烯-1-醇 | $C_6H_{12}O$ | 1.40 |
| 9 | 11.490 | 2,4-hexadienal 2,4-己二烯醛 | C_6H_8O | 2.63 |
| 10 | 13.951 | benzaldehyde 安息香醛 | C_7H_6O | 1.21 |
| 11 | 14.355 | sabinen 桉烯 | $C_{10}H_{16}$ | 10.79 |
| 12 | 16.033 | ethyl 3-butenate 3-甲基-丁稀酸甲酯 | $C_6H_{10}O_2$ | 0.42 |
| 13 | 16.523 | 2,4-heptadienal 2,4-庚二烯醛 | $C_7H_{10}O$ | 0.66 |
| 14 | 18.134 | benzeneacetaldehyde 苯乙醛 | C_8H_8O | 0.93 |
| 15 | 21.173 | 2,4,6-trimethyl-1-nonene 2,4,6-三甲基-1-壬烯 | $C_{12}H_{24}$ | 0.38 |
| 16 | 22.913 | cyclohexene, 5,6-diethenyl-1-methyl- 1-甲基-5,6-二乙烯基-环己烯 | $C_{11}H_{16}$ | 1.91 |
| 17 | 26.148 | 2,4,6-trimethyl-1-nonene 2,4,6-三甲基-1-壬烯 | $C_{12}H_{24}$ | 0.42 |
| 18 | 33.096 | vinyl methacrylate 甲基丙烯酸乙酯 | $C_6H_8O_2$ | 0.36 |
| 19 | 33.956 | 2,6-octadien-1-ol, 3,7-dimethyl-, acetate, (E) - (E)-3,7-二甲基-2,6-亚辛基-1-醇醋酸酯 | $C_{12}H_{20}O_2$ | 2.50 |
| 20 | 34.198 | -bourbonene -旁波烯 | $C_{15}H_{24}$ | 0.73 |
| 21 | 35.277 | benzoic acid, 2-(methylamino)-, methyl ester 2-甲基氨基苯甲酸甲酯 | $C_9H_{11}NO_2$ | 0.64 |
| 22 | 35.749 | 4,11,11-trimethyl-8-methylenebicyclo[7.2.0]undec-4-ene 4,11,11-三甲基-8-亚甲基-二环[7.2.0]4-十一烯 | $C_{15}H_{24}$ | 4.41 |
| 23 | 35.883 | benzenemethanol, .alpha.,4-dimethyl-, 4-二甲基苯甲酯 | $C_9H_{12}O$ | 0.31 |
| 24 | 36.921 | 4-hepten-2-one, (E) - (E)-4-庚烯-2-酮 | $C_7H_{12}O$ | 0.36 |
| 25 | 42.072 | aromadendrene 香橙烯 | $C_{15}H_{24}$ | 2.36 |
| 26 | 42.428 | caryophyllene oxide 氧化石竹烯 | $C_{15}H_{24}O$ | 6.25 |
| 27 | 44.524 | (Z,Z)-.alpha.-farnesene (Z,Z)- -金合欢烯 | $C_{15}H_{24}$ | 1.74 |
| 28 | 44.666 | tetracyclo[6.3.2.0(2,5).0(1,8)]tridecan-9-ol, 4,4-dimethyl-4,4-二甲基-四 环[6.3.2.0(2,5).0(1,8)]十三烷-9-醇 | $C_{15}H_{24}O$ | 4.62 |
| 29 | 46.132 | asarone 细辛醚 | $C_{12}H_{16}O_3$ | 1.71 |
| 30 | 46.581 | patchulane 长叶松节烷 | $C_{15}H_{26}$ | 2.58 |
| 31 | 55.723 | diktaminin | $C_{12}H_9NO_2$ | 19.00 |
| 32 | 56.521 | hexadecanoic acid 棕榈酸 | $C_{16}H_{32}O_2$ | 2.02 |

在上述实验条件下,从臭常山根、茎和叶中分离出 85 个峰,共鉴定了 83 个化合物,共 66 种挥发性成分,其中有 11 个是根、茎、叶的共有成分。即从臭常山根中分离出 27 种组分,鉴定了 26 种化合物;从臭常山茎中分离出 24 种组分,并鉴定为 24 种化合物,从臭常山叶中分离出 32 种组分,并鉴定了 31 种

化合物。

从表 1 ~3 可以看出,已鉴定臭常山根、茎和叶中共有挥发性成分 11 种(在根中占总挥发性成分含量的 93.15%,在茎中占 51.82%,在叶中占 20.33%)。其中根、茎、叶的共有成分 4 种,即己烯醛(hexanal)、安息香醛(benzaldehyde)、桉烯(sabin-

en)、棕榈酸(hexadecanoic acid);根与茎的共有成分 3 种,即 α -蒎烯(α -pinene)、 β -月桂烯(β -Myrcene)、3-甲基-3,4-二乙烯基-1-环己烯(3-methyl-3,4-divinyl-1-cyclohexene);茎与叶的共有成分 3 种,即 3-甲基-2-丁醛(Prenal)、1-甲基-5,6-二乙烯基-1-环己烯(1-methyl-5,6-divinyl-1-cyclohexene)、4,11,11-三甲基-8-亚甲基-二环[7.2.0]4-十一烯(4,11,11-trimethyl-8-methylenebicyclo[7.2.0]undec-4-ene);并在不同时间段从叶中分离出 1 种相同成分,即 2,4,6-三甲基-1-壬烯(2,4,6-trimethyl-1-nonene)。

从表 1 中可以看出,臭常山根的挥发性成分中主要含萜烯类,共 16 种化合物,占根中总挥发性成分含量的 96.25%,其中含量较高的有 1-甲基-5,6-二乙烯基-1-环己烯(80.70%)和 3-甲基-3,4-二乙烯基-1-环己烯(7.59%),占根中总挥发油含量的 88.29%。从表 2 可知,臭常山茎的挥发性成分中主要含萜烯类 7 种(占 46.318%),还含有醛、酯、异氰、酮等(占 53.68%),其中含量较高成分主要有 α -蒎烯(36.12%)、苜蓿基异腈(14.46%)、苯乙基异氰(12.57%)、甲基辛基酮(4.59%)、3-甲基-3,4-二乙烯基-1-甲醇乙酸酯(4.48%),占茎中总挥发油含量的 72.22%。从表 3 可以看出,臭常山叶的挥发性成分中主要含醛类 8 种(占 40.25%)、萜烯类 8 种(占 28.99%),还有酯类、呋喃类、酮类和酸类等,其中含量较高的成分有 2-己烯醛(21.11%)、Diktaninin(19.00%)、桉烯(10.79%)及氧化石竹烯(6.25%)等,占叶中总挥发油含量的 57.15%。

3 讨论

采用 SPME 法提取的臭常山根、茎和叶的挥发

性成分,经气相色谱-质谱联用方法分离出 85 个峰,经计算机贮存信号的检索及质谱图进行解析,共鉴定了 83 个化合物,共 66 种挥发性成分,其中有 11 个是根、茎、叶的共有成分。从提取方法来看,本实验样品预处理采用顶空固相微萃取(SPME)技术,有研究报道 SPME 技术特别适合于微量挥发性成分的富集,与传统样品预处理方法相比,具有高效(快速、简便)、无需溶剂等优点^[3],用于提取的臭常山根、茎和叶的挥发性成分选择性高、重现性好。从上述实验结果分析,臭常山根、茎和叶的挥发性成分比较集中,但根、茎和叶所含挥发性成分差异较大,根、茎中主要含萜烯类化合物(分别占根、茎总挥发性成分的 96.25% 和 46.318%),叶中主要醛类成分(占叶总挥发性成分的 40.25%),其中共有成分 11 个(分别占根、茎、叶挥发性成分的 93.15%, 51.82% 和 20.33%)。由此可见,臭常山根、茎叶的挥发性成分多数不同,共有成分较少,主要成分含量较高,这可为我们为进一步研究和运用臭常山根、茎和叶入药提供参考。

[参考文献]

- [1] 国家中医药管理局. 中华本草[M]. 4 卷. 上海: 上海科学技术出版社, 1999: 3774.
- [2] 赵超,程力,周欣,等. 固相微萃取/气相色谱/质谱法分析日本常山挥发性化学成分[J]. 精细化工, 2009, 26(1): 21.
- [3] 李颖,李宗. 顶空固相微萃取技术及其在中药分析领域的应用[J]. 中国实验方剂学杂志, 2008, 14(7): 76.

[责任编辑 邹晓翠]