

广藿香不同部位UPLC指纹图谱及化学模式识别研究

邓桂海, 甘力帆, 施文婷, 张兰兰, 胡 懿, 黎桃敏, 张 正, 魏 梅

广东一方制药有限公司·广东省中药配方颗粒企业重点实验室(广东佛山 528244)

【摘要】目的 建立广藿香药材不同部位的 UPLC 指纹图谱, 研究广藿香不同部位的质量差异。**方法** 采用 UPLC 法建立广藿香不同部位化学指纹图谱, 结合相似度评价、热图聚类分析(CA)、主成分分析(PCA)及正交偏最小二乘法-判别分析(OPLS-DA)对 18 批广藿香药材、茎、叶的 UPLC 指纹图谱进行分析, 并测定广藿香酮含量。**结果** 18 批广藿香药材及不同部位的 UPLC 指纹图谱均确定了 9 个相同的共有峰, 并通过对照品指认 4、6、9 号峰分别为毛蕊花糖苷、异毛蕊花糖苷和广藿香酮。CA 和 PCA 结果表明广藿香叶和茎的质量差异大, 叶和药材的质量较接近。OPLS-DA 发现 5 种成分是造成不同批次样品质量差异的主要标志物。含量测定结果表明同一批广藿香中的广藿香酮含量均为茎>药材>叶。**结论** 广藿香不同部位的化学成分相似, 但含量存在显著性差异, 本研究可为广藿香药材的质量控制及资源开发利用提供参考。

【关键词】 广藿香; UPLC 指纹图谱; 化学模式识别; 广藿香酮

Study on UPLC fingerprint and chemical pattern recognition of different parts of pogostemonis herba

Gui-Hai DENG, Li-Fan GAN, Wen-Ting SHI, Lan-Lan ZHANG, Yi HU, Tao-Min LI, Zheng ZHANG, Mei WEI

Guangdong Provincial Key Laboratory of Traditional Chinese Medicine Formula Granule, Guangdong Yifang Pharmaceutical Co., Ltd. Foshan 528244, Guangdong Province, China

Corresponding author: Zheng ZHANG, Email: 524928277@qq.com

【Abstract】Objective To establish the UPLC fingerprints of different parts of pogostemonis herba, and to study the quality difference of different parts of pogostemonis herba. **Methods** The chemical fingerprints of different parts of pogostemonis herba were established by UPLC method, and the UPLC fingerprints of 18 batches of patchouli medicinal materials, stems and leaves were analyzed by similarity evaluation, heat map cluster analysis (CA), principal component analysis (PCA) and orthogonal least squares discriminant analysis (OPLS-DA), and the patchoulone content was determined. **Results** The UPLC fingerprints of 18 batches of pogostemonis herba medicinal materials and different parts identified 9 identical peaks, and the 4th, 6th, and 9th peaks were identified as verbascoside, isoverbasin and patchoulone, respectively, by the reference substance. The results of CA and PCA showed that the quality of pogostemonis herba leaves and stems were different, and the quality of leaves and medicinal

materials were similar. OPLS-DA found that 5 components were the main markers for the quality differences of different batches of samples. The content determination results showed that the content of patchoulone in the same batch of patchouli was all stem>medicine>leaf. **Conclusion** The chemical components of different parts of pogostemonis herba are similar, but there are significant differences in content. This study can provide a reference for the quality control and resource development and utilization of pogostemonis herba.

【Keywords】 Pogostemonis herba; UPLC fingerprint; Chemical pattern recognition; Patchoulone

广藿香为唇形科植物广藿香 *Pogostemon cablin* (Blanco) Benth. 的干燥地上部分^[1], 主要分布于我国广东、海南、广西、云南等地, 具有芳香化浊、和中止呕、发表解暑的功效^[2], 用于湿温初起、暑湿表证、胸闷不舒、发热倦怠、寒湿闭暑、鼻渊头痛、腹痛吐泻等症, 是消化系统疾病及暑湿时令之常用中药^[3]。广藿香主要包括黄酮类、萜类、苯乙醇苷类和甾体等化学成分^[4], 现代药理研究^[5-6]表明, 广藿香具有抗菌、调节胃肠功能、促进消化液分泌、保护胃肠屏障、免疫调节、抗炎、抗氧化、抗肿瘤、抗病毒等药理活性。

目前对于广藿香药材的研究主要集中于不同产地、不同采收期的有效成分分析。张洪坤等^[7]通过建立广藿香药效物质基础标准汤剂的 HPLC 指纹图谱分析方法, 结合多元数理统计方法对不同产地的广藿香进行聚类分析并建立判别模型; 罗集鹏等^[8-9]采用气相色谱-质谱联用技术 (GC-MS) 对 4 月和 7 月不同产地广藿香挥发油的成分进行分析, 发现茎油和叶油中多种成分相同, 仅在含量上有差异; 李媚等^[6]研究道地产区广藿香药材, 预测广藿香治疗病毒感染和胃溃疡的潜在质量标志物; 荆文光等^[2]利用指纹图谱结合化学计量学对不同比例广藿香叶的样品中差异性成分进行筛选。此类研究为广藿香的质量评价奠定了基础, 但大部分研究均采用气相色谱条件, 忽略对广藿香中非挥发性成分的研究。UPLC 采用小粒径填料色谱柱, 配合超高压系统, 具有柱效更高、灵敏度更高、分析通量更大等优势。本研究采用 UPLC 法建立广藿香不同部位 (茎、叶) 的指纹图谱, 共确认 9 个共有峰, 并通过对照品指认确定了毛蕊花糖苷、异毛蕊花糖苷和广藿香酮 3 个特征峰, 同时运用相似度评价、热图和聚类分析、主成分分析等化学模式识别方法对

其 UPLC 指纹图谱数据进行统计分析, 并对导致质量差异的质量标志物进行含量测定, 以期为广藿香的质量控制提供参考。

1 仪器与试剂

1.1 仪器

Thermo Vanquish 型高效液相色谱仪 (美国 Thermo Fisher Scientific 公司); XP26 型百万分之一天平、ME204E 型万分之一天平 (瑞士 METTLER TOLEDO 公司); Milli-Q Direct 型超纯水系统 (德国 Merck 公司); KQ-500DE 型数控超声波清洗器 (昆山市超声仪器有限公司); 111B 型二两装高速中药粉碎机 (浙江瑞安市永历制药机械有限公司); HWS28 型恒温水浴锅 (上海一恒科技有限公司)。

1.2 试剂

广藿香酮对照品 (中国食品药品检定研究院, 批号: 111822-201102, 纯度 100.0%); 毛蕊花糖苷对照品 (成都格利普生物科技有限公司, 批号: 19092702, 纯度 98.5%); 异毛蕊花糖苷对照品 (上海诗丹德标准技术服务有限公司, 批号: 5120, 纯度 98.0%); 甲醇为色谱纯 (德国 Merck 公司); 甲酸为色谱纯 (天津市科密欧化学试剂有限公司); 水为超纯水, 其他试剂为分析纯。实验用 18 批广藿香药材 (编号: C1~C18) 经广东一方制药有限公司魏梅主任药师鉴定为正品, 均为唇形科植物广藿香 *Pogostemon cablin* (Blanco) Benth. 的干燥地上部分。将 18 批广藿香药材的茎、叶分离, 得茎 (编号: J1~J18)、叶 (编号: Y1~Y18) 样品, 药材产地见表 1。

2 方法与结果

2.1 色谱条件

色谱柱: Waters BEH Shield RP C₁₈ 柱 (150 mm

表1 样品产地信息

Table 1. Information of sample origin

药材编号	产地
C1	广东省阳江市
C2	广东省阳江市
C3	广东省阳江市
C4	广东省阳江市
C5	广东省阳江市
C6	广东省阳江市
C7	广东省阳江市
C8	广东省肇庆市
C9	广东省肇庆市
C10	广东省湛江市
C11	广东省湛江市
C12	广东省湛江市
C13	广东省茂名市
C14	广东省茂名市
C15	广东省茂名市
C16	海南省万宁市
C17	海南省万宁市
C18	海南省万宁市

×2.1 mm, 1.7 μm); 流动相: 乙腈(A)-0.1%甲酸溶液(B), 梯度洗脱(0~2 min, 5% A; 2~3 min, 5%~10% A; 3~4 min, 10%~18% A; 4~10 min, 18%~26% A; 10~15 min, 26%~34% A; 15~17 min, 34% A; 17~25 min, 34%~48% A; 25~35 min, 48%~75% A; 35~37 min, 75%~5% A; 37~40 min, 5% A); 流速: 0.3 mL·min⁻¹; 柱温: 40℃; 检测波长: 310 nm; 进样量: 2 μL^[10]。

2.2 对照品溶液的制备

分别取毛蕊花糖苷、异毛蕊花糖苷、广藿香酮对照品适量, 精密称定, 加入50%甲醇定容, 制成质量浓度分别为60.744, 73.935, 61.200 μg·mL⁻¹的混合对照品贮备液; 另取广藿香酮对照品适量, 精密称定, 加50%甲醇制成质量浓度为202.500 μg·mL⁻¹的对照品溶液。

2.3 供试品溶液的制备

取样品粉末适量(过三号筛), 取约1.0 g, 精密称定, 置具塞锥形瓶中, 精密加入50%甲醇25 mL, 称定质量, 加热回流30 min, 取出, 放冷, 再称定质量, 用50%甲醇补足缺失的质量, 摇匀, 滤过, 取续滤液, 即得。

2.4 方法学考察

2.4.1 专属性试验

分别精密吸取空白溶剂、混合对照品溶液及供试品溶液, 按“2.1”项下色谱条件进样测定, 结果如图1所示, 供试品溶液色谱在与对照品溶液色谱相应的保留时间处具有相同的色谱峰, 且空白溶剂无干扰, 表明该方法专属性良好。

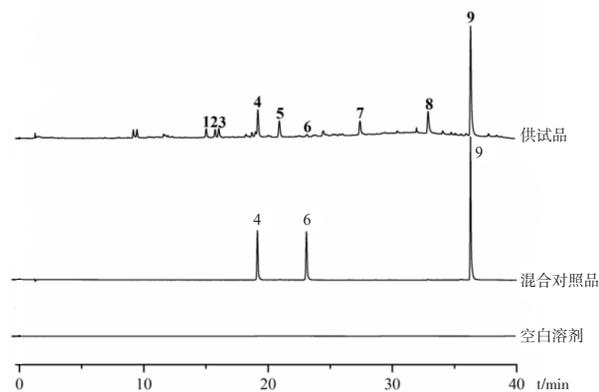


图1 专属性试验UPLC色谱图

Figure 1. UPLC chromatogram of specificity test

注: 4.毛蕊花糖苷; 6.异毛蕊花糖苷; 9.广藿香酮

2.4.2 精密度试验

精密吸取“2.2”项下混合对照品溶液, 按“2.1”项下色谱条件连续进样6次, 计算得各色谱峰峰面积的RSD均小于3% (n=6), 表明仪器精密度良好。

2.4.3 重复性试验

取样品粉末(编号: C1)适量, 精密称定, 平行称定6份, 按“2.3”项下方法制备供试品溶液, 按“2.1”项下色谱条件进样测定, 计算得各共有峰相对保留时间和相对峰面积的RSD均小于3% (n=6), 表明该方法重复性良好。

2.4.4 稳定性试验

取样品粉末(编号: C1)适量, 精密称定, 按“2.3”项下方法制备供试品溶液, 按“2.1”项下色谱条件分别在0, 2, 4, 6, 8, 12, 24 h进样测定, 计算得各共有峰相对保留时间和相对峰面积的RSD均小于3% (n=7), 表明供试品溶液在24 h内稳定性良好。

2.5 UPLC指纹图谱的建立与相似度评价

2.5.1 指纹图谱的建立

取18批广藿香药材、茎和叶样品, 按“2.3”项下方法制备供试品溶液, 按“2.1”项下色谱条件进样测定, 记录色谱图。将采集到的UPLC色谱图导入中药色谱指纹图谱相似度评价系统

(2012 版) 软件进行匹配, 分别生成对照指纹图谱 R1、R2 和 R3。18 批广藿香药材、茎和叶 UPLC 指纹图谱的堆叠图如图 2~ 图 4 所示。18 批广藿香药材、茎和叶的 UPLC 指纹图谱均标记出 9 个相同的共有峰, 通过与对照品图谱对比, 确定 4 号峰为毛蕊花糖苷、6 号峰为异毛蕊花糖苷、9 号峰为广藿香酮。

2.5.2 相似度评价

将 18 批广藿香药材、茎和叶的 UPLC 指纹图谱的数据文件导入中药色谱指纹图谱相似度评价系统 (2012 版) 软件, 分别计算各批次广藿香药材、茎和叶指纹图谱与其对照图谱的相似度, 结果见表 2。除部分批次外, 广藿香药材、茎和叶的 UPLC 指纹图谱与其相应对照指纹图谱 (R1、

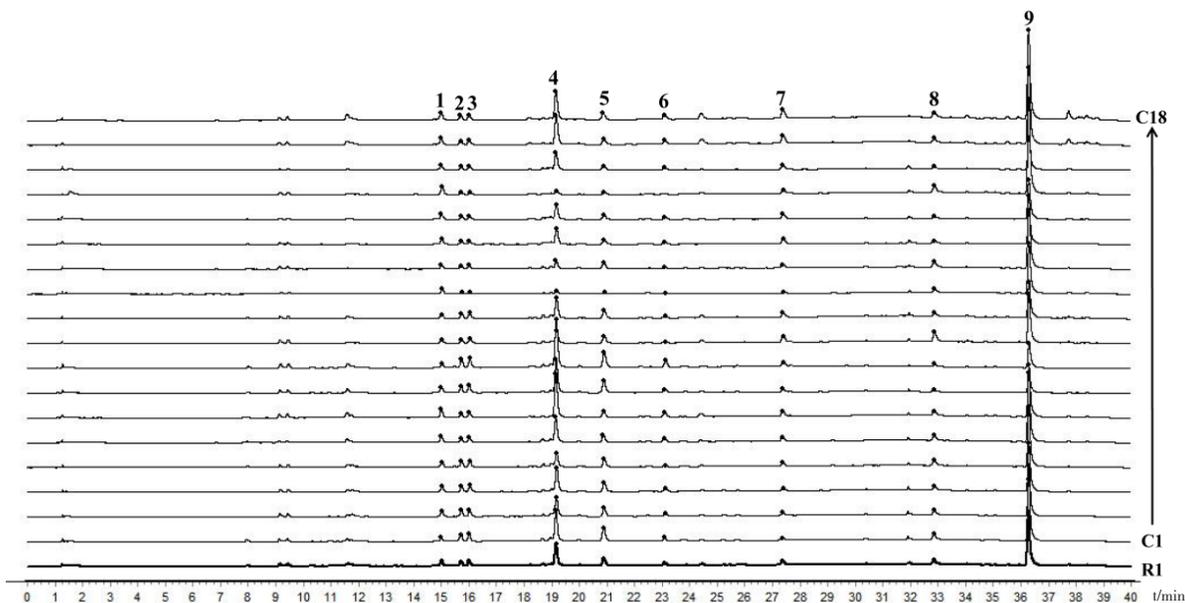


图2 18批广藿香药材的UPLC指纹图谱堆叠图

Figure 2. Stacked UPLC fingerprint maps of 18 batches of Pogostemonis Herba materials

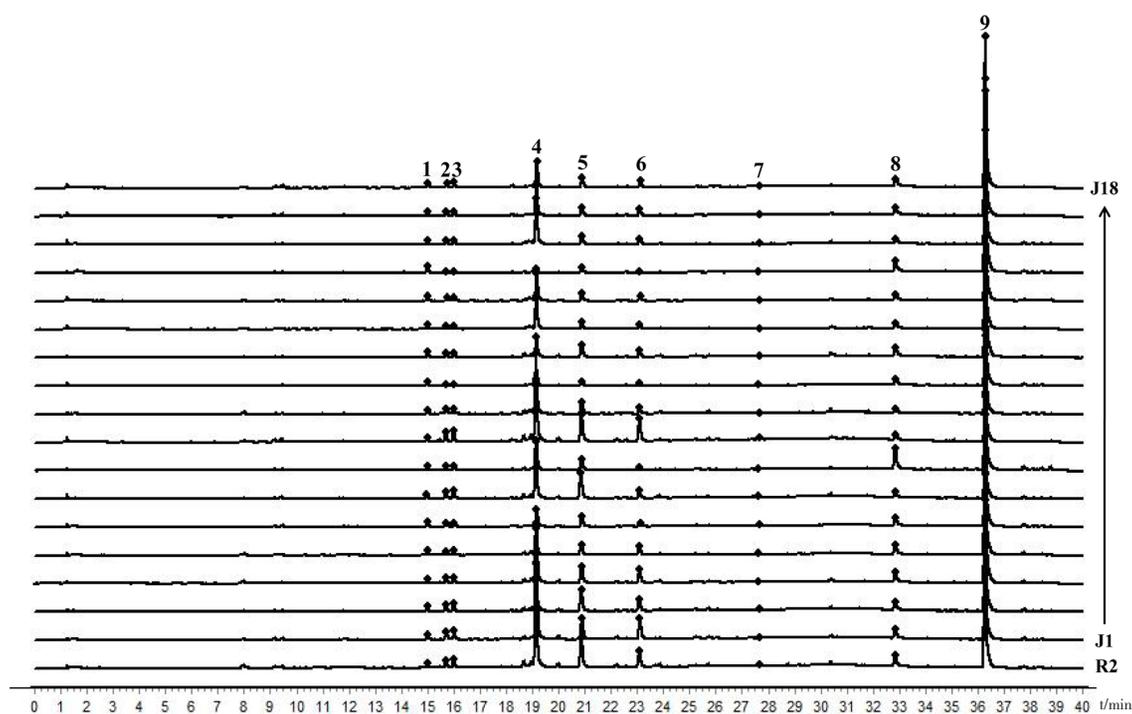


图3 18批广藿香茎的UPLC指纹图谱堆叠图

Figure 3. Stacked UPLC fingerprint maps of 18 batches of Pogostemonis Herba stems

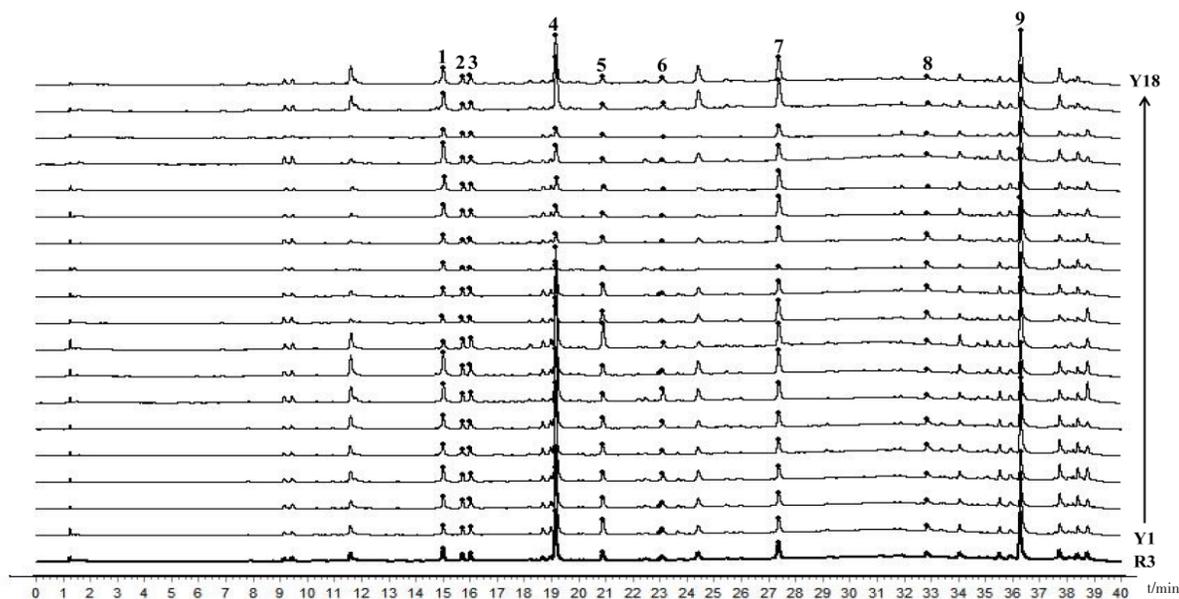


图4 18批广藿香叶的UPLC指纹图谱堆叠图

Figure 4. Stacked UPLC fingerprint maps of 18 batches of Pogostemonis Herba leaves

表2 18批广藿香药材、茎和叶的
UPLC指纹图谱相似性评价结果

Table 2. Results of similarity analysis of 18 batches of Pogostemonis Herba materials, stems and leaves

编号	药材	茎	叶
1	0.993	0.974	0.992
2	0.997	0.970	0.949
3	0.995	0.997	0.881
4	0.984	0.999	0.992
5	0.998	0.991	0.974
6	0.950	0.988	0.868
7	0.882	0.947	0.939
8	0.872	0.989	0.979
9	0.983	0.876	0.886
10	0.993	0.998	0.987
11	0.947	0.969	0.930
12	0.964	0.983	0.874
13	0.996	0.998	0.957
14	0.998	0.995	0.870
15	0.940	0.959	0.916
16	0.994	0.996	0.955
17	0.997	0.997	0.979
18	0.997	0.992	0.993

R2、R3)的相似度均大于0.85,表明不同批次广藿香药材同一部位的差异较小。同部位差异较大的批次可能是由于不同产地、不同采收期导致。

2.6 化学模式识别分析

2.6.1 聚类分析

采用Heml 1.0软件^[11],以18批广藿香药材、茎和叶共54个样品的指纹图谱中9个共有峰的“峰面积占比”(各共有峰峰面积占共有峰总面积的比例)作为变量进行聚类分析,结果见图5。结果表明,54个样品可聚为3类,J1~J6、J8、J11~J18、Y12、Y15、Y17~Y18、C12聚为一类;J7、J10、Y1~Y5、Y9~Y11、Y13~Y14、Y16、C9~C11、C13~C16聚为一类;J9、C1~C8、C17~C18、Y6~Y8聚为一类。除部分批次外,茎与药材基本可以分为两类,叶分散在茎和药材类别之中,无法较好地聚类,表明茎和药材质量存在较大差异。指纹图谱结合热图各成分颜色变化可以清晰看出共有峰中发生变化的成分及其变化程度。其中峰9代表广藿香酮,可见其在茎中的含量最高,在药材及叶中的含量明显低于茎。

2.6.2 主成分分析

采用SPSS 26.0软件,以18批广藿香药材、茎和叶共54个样品的指纹图谱中9个共有峰的“峰面积占比”作为变量进行主成分分析,结果见表3、表4及图6。以特征值大于1为提取标准提取主成分^[12],提取出前3个主成分,对总方

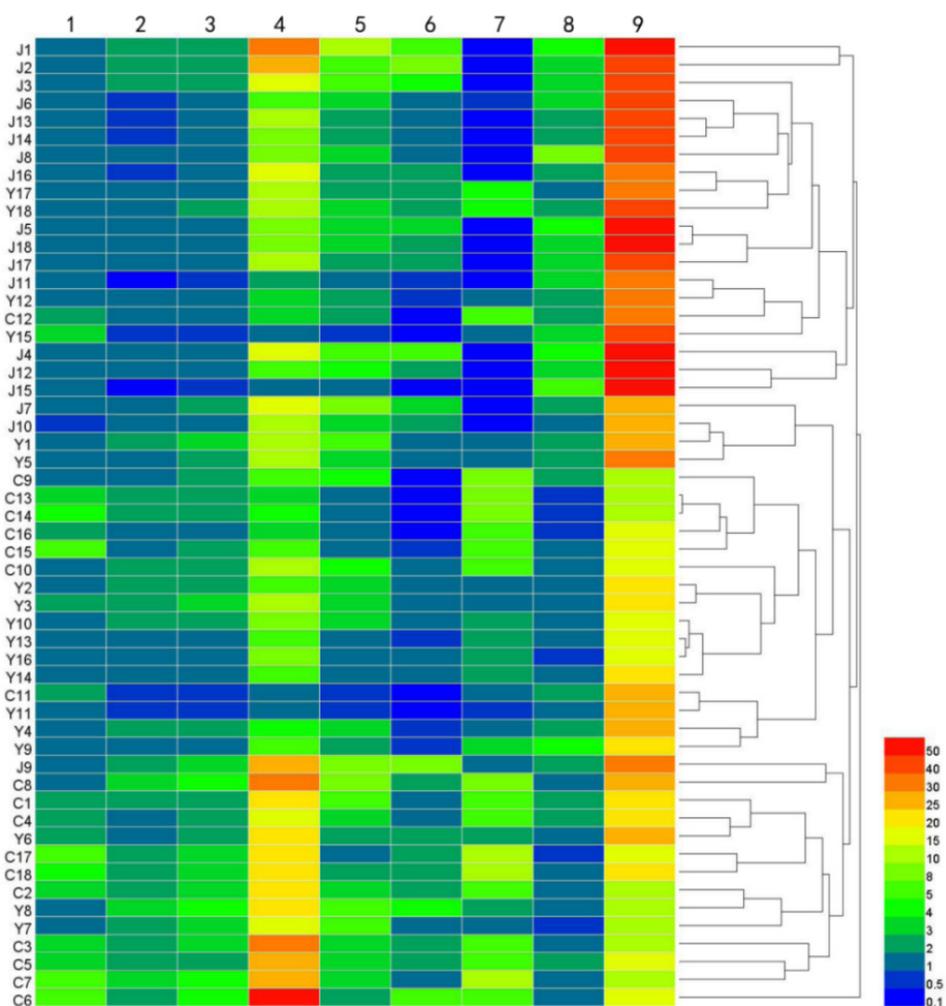


图5 18批广藿香药材、茎、叶的聚类热图分析

Figure 5. Cluster thermal map of 18 batches of Pogostemonis Herba materials, stems and leaves

表3 18批广藿香药材、茎、叶的主成分分析结果 (n=18)

Table 3. Principal component analysis results of 18 batches of Pogostemonis Herba materials, stems and leaves (n=18)

成分	特征根	方差贡献率 (%)	累积方差贡献率 (%)
1	4.311	47.902	47.902
2	2.442	27.131	75.033
3	1.055	11.720	86.753
4	0.475	-	-
5	0.315	-	-
6	0.247	-	-
7	0.152	-	-
8	0.003	-	-
9	-3.49×10^{-16}	-	-

表4 18批广藿香药材、茎、叶的主成分因子载荷矩阵

Table 4. Principal component factor loading matrix of 18 batches of Pogostemonis Herba materials, stems and leaves

色谱峰	成分		
	1	2	3
峰1	0.539	-0.736	-0.189
峰2	0.878	-0.068	0.373
峰3	0.910	-0.131	0.339
毛蕊花糖苷	0.677	0.523	-0.358
峰5	0.368	0.653	0.579
异毛蕊花糖苷	0.163	0.862	-0.237
峰7	0.659	-0.624	-0.035
峰8	-0.704	-0.119	0.482
广藿香酮	-0.934	-0.18	0.111

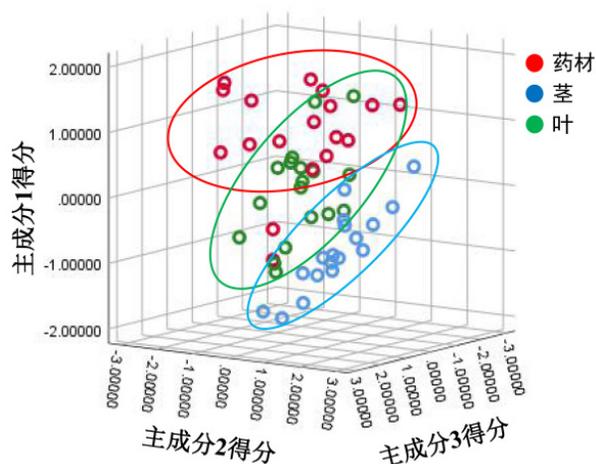


图6 18批广藿香药材、茎、叶的主成分得分图
Figure 6. Principal component scores of 18 batches of Pogostemonis Herba materials, stems and leaves

差的累积贡献率达 86.753%，表明提取的 3 个主成分能基本反映全部指标的信息。主成分 1 的特征值为 4.311，方差贡献率为 47.902%，载荷较高的峰有峰 2、峰 3、毛蕊花糖苷、峰 7、峰 8 和广藿香酮，表明这 6 个成分主要反映主成分 1 的信息；主成分 2 的特征值为 2.442，方差贡献率为 27.131%，载荷较高的峰有峰 1、峰 5 和异毛蕊花糖苷，表明这 3 个成分主要反映主成分 2 的信息；主成分 3 的特征值为 1.055，方差贡献率为 11.720%，载荷较高的峰有峰 5，表明峰 5 主要反映主成分 3 的信息。由主成分得分图可以看出茎与药材基本可以分为两类，叶分散在茎和药材类别之中，与聚类分析结果一致。

2.6.3 正交偏最小二乘法-判别分析

采用 SIMCA 14.1 软件，以 18 批广藿香药材、

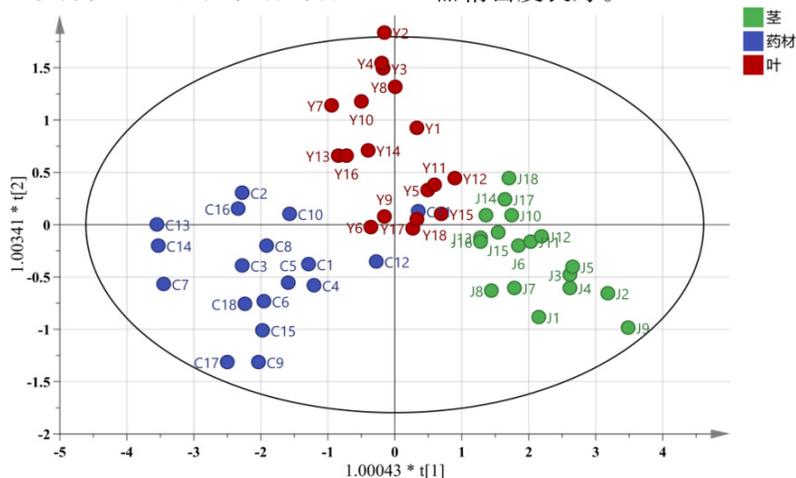


图7 18批广藿香药材、茎、叶的OPLS-DA分析得分图

Figure 7. OPLS-DA analysis scores of 18 batches of Pogostemonis Herba materials, stems and leaves

茎和叶共 54 个样品的指纹图谱中 9 个共有峰的“峰面积占比”作为变量进行正交偏最小二乘法-判别分析 (OPLS-DA) [13-14]，结果见图 7、图 8。由模型参数可知，数据矩阵的模型解释率 R^2X (cum) 为 0.95，模型预测参数 Q^2 为 0.59，均大于 0.50，表明该数学模型稳定可靠。54 批样品可分成 3 类，广藿香药材、茎和叶各聚为一类，与聚类分析和主成分分析结果一致。以变量重要性投影 (VIP) 值大于 1 为提取标准，结果表明峰 2、峰 7、峰 3、峰 1 和广藿香酮是影响分类的主要标志性成分。查阅文献可知广藿香酮为广藿香的主要药效成分，具有抗炎、抗氧化、抗肿瘤等药效作用 [15]，因此选择广藿香酮作为广藿香的质量标志物，对 18 批广藿香药材、茎、叶样品进行含量测定。

2.7 广藿香酮含量测定

2.7.1 线性关系考察

精密吸取“2.2”项下广藿香酮对照品溶液，加 50% 甲醇稀释制成系列浓度的广藿香酮对照品溶液，按“2.1”项下色谱条件进样测定，记录色谱图。以对照品溶液质量浓度为横坐标 (X , $\mu\text{g} \cdot \text{mL}^{-1}$)，峰面积为纵坐标 (Y) 进行线性回归，绘制标准曲线，得广藿香酮线性回归方程为 $Y=0.3933X+0.2044$ ($r=0.9996$)，表明广藿香酮质量浓度在 $4.050\sim 202.500 \mu\text{g} \cdot \text{mL}^{-1}$ 范围内线性关系良好。

2.7.2 精密度试验

精密吸取“2.2”项下广藿香酮对照品溶液，按“2.1”项下色谱条件连续进样 6 次，计算得广藿香酮峰面积的 RSD 为 2.37% ($n=6$)，表明仪器精密度良好。

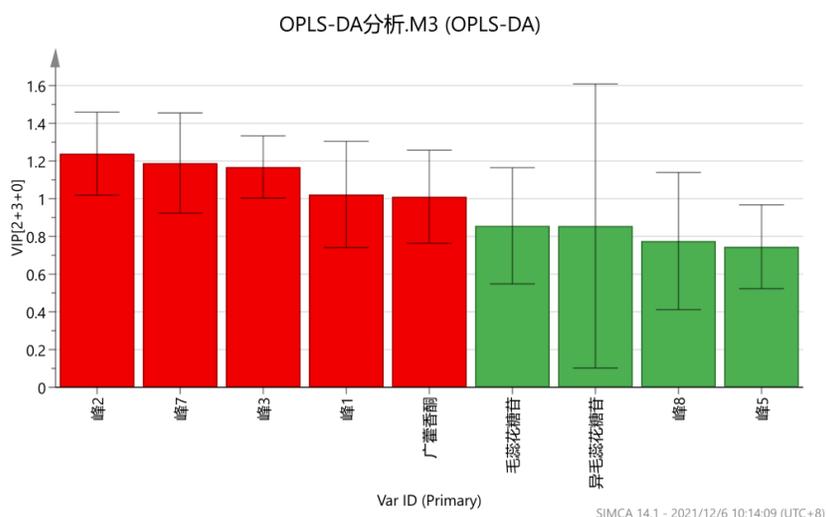


图8 OPLS-DA分析VIP值
Figure 8. The VIP value of OPLS-DA analysis

2.7.3 稳定性试验

取样品粉末（编号：C1）适量，精密称定，按“2.3”项下方法制备供试品溶液，按“2.1”项下色谱条件，分别在 0, 2, 4, 8, 12, 24 h 进样测定，计算得广藿香酮峰面积的 RSD 为 1.45% (n=6)，表明供试品溶液在 24 h 内稳定性良好。

2.7.4 重复性试验

取样品粉末（编号：C1）适量，精密称定，平行称定 6 份，按“2.3”项下方法制备供试品溶液，按“2.1”项下色谱条件进样测定，计算得广藿香酮的平均含量为 0.157%，其 RSD 为 2.78% (n=6)，表明该方法重复性良好。

2.7.5 加样回收率试验

取已知含量的广藿香药材粉末，精密称取 9 份，每份约 0.5 g，置具塞锥形瓶中，分为 3 组，分别按低、中、高浓度精密加入广藿香酮对照品溶液适量（相当于供试品含量的 50%，100%，150%），按“2.3”项下方法制备供试品溶液，按“2.1”项下色谱条件进样测定，计算加样回收率及 RSD，结果广藿香酮的平均加样回收率为 102.45%，RSD 为 2.25% (n=9)，表明该方法准确性良好。

2.7.6 样品测定

分别取 18 批广藿香药材、茎和叶样品，按“2.3”项下方法制备供试品溶液，按“2.1”项下色谱条件进样测定，计算广藿香酮的含量，结果见表 5。由结果可知，18 批广藿香药材及不同部位的广藿香酮含量均为茎>药材>叶，说明广藿香酮主要富集于茎；且不同批次相同部位的广藿香酮含量波动较大，说明广藿香药材的质量较不稳定。

表5 广藿香药材及不同部位的广藿香酮含量测定结果（%，n=2）

Table 5. Determination results of patchoulone content in patchouli medicinal materials and different parts (% , n=2)

编号	药材	茎	叶
1	0.186	0.400	0.148
2	0.154	0.291	0.070
3	0.149	0.296	0.071
4	0.184	0.397	0.142
5	0.211	0.345	0.123
6	0.163	0.282	0.097
7	0.068	0.190	0.082
8	0.084	0.294	0.172
9	0.154	0.198	0.079
10	0.118	0.190	0.102
11	0.182	0.254	0.162
12	0.233	0.378	0.132
13	0.114	0.259	0.089
14	0.132	0.277	0.084
15	0.298	0.396	0.100
16	0.108	0.257	0.104
17	0.246	0.305	0.117
18	0.285	0.334	0.143
均值	0.169	0.297	0.119

3 讨论

化学成分是中药发挥药用功效的物质基础, 研究中药不同部位化学成分种类及其含量, 可初步推断不同部位的药效差异, 为其开发和利用提供方向^[16]。中国药典 2020 年版一部广藿香项下规定, 广藿香的药用部位为干燥地上部分, 且检查项中要求叶不得少于 20%^[1], 表明茎、叶的占比对广藿香药材的质量有明显影响。荆文光等^[2]采用 GC 法同时测定广藿香饮片中挥发性成分百秋李醇和广藿香酮的含量, 利用指纹图谱结合化学计量学对不同比例广藿香叶的样品中差异性成分进行筛选, 结果显示广藿香饮片叶比例与广藿香酮呈现负相关, 表明茎部分占的比例越高, 广藿香酮越高。

本研究对 18 批广藿香药材及茎、叶样品的 UPLC 指纹图谱进行分析, 确定 9 个共有峰, 并指认其中毛蕊花糖苷、异毛蕊花糖苷和广藿香酮 3 个特征峰; 对指纹图谱相似度评价结果显示广藿香同一部位的相似度均在 0.85 以上, 表明不同批次药材的同一部位相似度良好; 通过聚类分析、主成分分析、OPLS-DA 分析明确各化学成分的富集部位及影响分类的主要标志性成分, 可用于评价广藿香药材的整体质量及茎、叶各部位的质量差异; 含量测定结果表明同一批广藿香中的广藿香酮含量均为茎>药材>叶。本研究建立的方法稳定可靠。通过化学模式识别分析对广藿香药材及其不同部位的 UPLC 指纹图谱进行分析评价, 可全面、综合、系统地对药材进行质量评价和差异分析, 可为进一步探讨广藿香不同部位的化学成分引起的药效差异及药材资源的合理利用提供数据支撑。指纹图谱中未指认成分有待后续进行制备型液相色谱分离纯化, 并采用液质联用及核磁等手段进一步分析指认。

参考文献

- 1 中国药典 2020 年版. 一部 [S]. 2020: 46-47.
- 2 荆文光, 郭晓哈, 李楚, 等. 基于质量源于生产的广藿香质量标志物的确立 [J]. 中草药, 2021, 52(15): 4496-4506. [Jing WG, Guo XH, Li C, et al. Establishment of quality markers for Pogostemonis Herba based on quality by production[J]. Chinese Traditional and Herbal Drugs, 2021, 52(15): 4496-4506.] DOI: 10.7501/j.issn.0253-2670.2021.15.007.
- 3 李小琪, 范燕豪, 陈阳, 等. 一测多评法同时测定广藿香中 4 种成分 [J]. 中成药, 2019, 41(8): 1884-1888. [Li XQ, Fan YH, Chen Y, et al. Simultaneous determination of four constituents in Pogostemon cablin by QAMS[J]. Chinese Traditional Patent Medicine, 2019, 41(8): 1884-1888.] DOI: 10.3969/j.issn.1001-1528.2019.08.027.
- 4 马川, 彭成, 李馨蕊, 等. 广藿香化学成分及其药理活性研究进展 [J]. 成都中医药大学学报, 2020, 43(1): 72-80. [Ma C, Peng C, Li XR, et al. Research progress on chemical composition and pharmacological activities of patchoul[J]. Journal of Chengdu University of Traditional Chinese Medicine, 2020, 43(1): 72-80.] DOI: 10.13593/j.cnki.51-1501/r.2020.01.072.
- 5 Liu M, Zhou Y, Zhu J, et al. Synthesis and preclinical pharmacokinetic study of DHA-10, a novel potential antifungal pogostone analogue[J]. J Pharm Pharmacol, 2017, 69(9): 1084-1090. DOI: 10.1111/jphp.12750.
- 6 李媚, 陈盛君, 王协和, 等. 广藿香 UPLC 指纹图谱研究及基于网络药理学的广藿香潜在质量标志物预测 [J]. 中草药, 2021, 52(9): 2665-2677. [Li M, Chen SJ, Wang XH, et al. UPLC fingerprint of Pogostemonis Herba and prediction of its potential quality markers based on network pharmacology[J]. Chinese Traditional and Herbal Drugs, 2021, 52(9): 2665-2677.] DOI: 10.7501/j.issn.0253-2670.2021.09.017.
- 7 张洪坤, 黄玉瑶, 吴桂芳, 等. 不同产地广藿香标准汤剂 HPLC 指纹图谱的聚类分析和判别分析 [J]. 中药材, 2017, 40(10): 2286-2292. [Zhang HK, Huang YY, Wu GF, et al. Cluster analysis and discriminant analysis of HPLC fingerprint of pogostemonis herba from different habitats[J]. Journal of Chinese Medicinal Materials, 2017, 40(10): 2286-2292.] DOI: 10.13863/j.issn1001-4454.2017.10.010.
- 8 罗集鹏, 刘玉萍, 冯毅凡, 等. 广藿香的两个化学型及产地与采收期对其挥发油成分的影响 [J]. 药学学报, 2003, 38(4): 307-310. [Luo JP, Liu YP, Feng YF, et al. Two chemotypes of Pogostemon cablin and influence of region of cultivation and harvesting time on volatile oil composition[J]. Acta Pharm Sin, 2003, 38(4): 307-310.] DOI: 10.3321/j.issn:0513-4870.2003.04.017.
- 9 罗集鹏, 冯毅凡, 郭晓玲. 石牌藿香的挥发油成分分析 [J]. 中草药, 2001, 32(4): 13-16. [Luo JP, Feng YF,

- Guo XL. Analysis of volatile oil of *Pogostemon cablin*[J]. Chinese Traditional and Herbal Drugs, 2001, 32(4): 13–16.] DOI: 10.3321/j.issn:0253–2670.2001.04.006.
- 10 国家药典委员会. 关于广藿香配方颗粒国家药品标准草案的公示 [EB/OL]. (2021–10–22) [2022–07–11]. <https://www.chp.org.cn/gjywjw/zy/16534.jhtml>.
- 11 谭鹏, 王伽伯, 张定堃, 等. 效应成分指数在中药大黄质量评价中的应用研究 [J]. 药学报, 2019, 54(12): 2141–2148. [Tan P, Wang JB, Zhang DK, et al. Application of an effect–constituents index for the quality evaluation of the traditional Chinese medicine rhubarb[J]. Acta Pharmaceutica Sinica, 2019, 54(12): 2141–2148.] DOI: 10.16438/j.0513–4870.2019–0709.
- 12 胡静, 杨媛媛, 任慧, 等. 飞蛾藤不同药用部位多种成分含量的比较 [J]. 中国药房, 2021, 32(24): 2970–2974. [Hu J, Yang YY, Ren H, et al. Comparison of the contents of multiple constituents in different medicinal parts of *porana racemosa*[J]. China Pharm, 2021, 32(24): 2970–2974.] DOI: 10.6039/j.issn.1001–0408.2021.24.05.
- 13 洪婉敏, 孙冬梅, 纪玉华, 等. 仙鹤草不同药用部位 HPLC 指纹图谱及化学模式识别研究 [J]. 现代中药研究与实践, 2020, 34(6): 46–51. [Hong WM, Sun DM, Ji YH, et al. The establishment of HPLC fingerprint and chemical pattern recognition of *Agrimonia pilosa* Ledeb. in different medicinal parts[J]. Research and Practice on Chinese Medicines, 2020, 34(6): 46–51.] DOI: 10.13728/j.1673–6427.2020.06.011.
- 14 王小芳, 郑倩倩, 路丽娟. 基于指纹图谱及多元统计分析评价杞菊地黄丸的质量 [J]. 中国药师, 2021, 24(10): 1927–1931. [Wang XF, Zheng QQ, Lu LJ. Quality evaluation of qiju dihuang pills by HPLC fingerprint and chemical pattern recognition[J]. China Pharmacist, 2021, 24(10): 1927–1931.] DOI: 10.19962/j.cnki.issn1008–049X.2021.10.032.
- 15 罗孟兰, 朱德伟, 彭成, 等. 广藿香酮的研究进展 [J]. 成都中医药大学学报, 2019, 42(3): 60–66. [Luo ML, Zhu DW, Peng C, et al. Research progress of *Pogostemonis Herba*[J]. Journal of Chengdu University of Traditional Chinese Medicine, 2019, 42(3): 60–66.] DOI: 10.13593/j.cnki.51–1501/r.2019.03.
- 16 吴梦丽, 何志鹏, 白燕远, 等. 基于 UPLC 指纹图谱的防己不同部位化学成分差异分析 [J]. 中草药, 2020, 51(23): 6077–6083. [Wu ML, He ZP, Bai YY, et al. UPLC fingerprint–based analysis of differences in chemical components from different parts of *Stephania tetrandra*[J]. Chinese Traditional and Herbal Drugs, 2020, 51(23): 6077–6083.] DOI: 10.7501/j.issn.0253–2670.2020.23.022.

收稿日期: 2022 年 07 月 25 日 修回日期: 2023 年 02 月 03 日
本文编辑: 周璐敏 钟巧妮