

## HPLC 指纹图谱结合化学计量学评价不同产地广东紫珠药材的质量

聂 韡\*, 朱培林, 房海灵, 龚 斌, 贺义昌

江西省林业科学院, 江西 南昌 330013

**摘要:** 目的 建立不同产地广东紫珠 *Callicarpa kwangtungensis* 的 HPLC 指纹图谱, 用于广东紫珠药材质量的评价。方法 采用中药色谱指纹图谱相似度评价系统 (2004A 版) 对 5 省 15 批不同产地的广东紫珠药材的 HPLC 指纹图谱进行相似度评价, 并使用 SPSS 19.0 软件进行聚类分析和主成分分析。结果 选取了 12 个色谱峰作为指纹图谱共有峰, 15 批样品的相似度计算结果均大于 0.900, 说明各产地的药材有较好的一致性; 通过聚类分析可将 15 批样品聚为 4 类; 主成分分析用 3 个主成分对广东紫珠药材进行综合评价, 综合得分结果显示, 湖南会同、广西桂林、江西武宁、江西南昌、江西萍乡、江西宜春的广东紫珠药材在所有样品中的综合得分位于前 6 名。结论 本实验建立的广东紫珠质量评价方法操作简便, 重复性好, 结果可靠, 可以用于广东紫珠药材的质量控制和评价。

**关键词:** 广东紫珠; HPLC; 指纹图谱; 化学计量学; 质量评价

中图分类号: R286.6 文献标志码: A 文章编号: 0253-2670(2017)01-0185-07

DOI: 10.7501/j.issn.0253-2670.2017.01.026

## Quality evaluation of *Callicarpa kwangtungensis* from different origins by HPLC coupled with chemometrics

NIE Wei, ZHU Pei-lin, FANG Hai-ling, GONG Bin, HE Yi-chang

Jiangxi Academy of Forestry, Nanchang 330013, China

**Abstract: Objective** To establish HPLC fingerprints of *Callicarpa kwangtungensis* from different origins, which can be used in the evaluation for its quality control. **Methods** The fingerprints of 15 batches of *C. kwangtungensis* were further evaluated by chemometrics methods. The similarity analyzed with "Similarity Evaluation System for Chromatographic Fingerprint of Chinese Materia Medica 2004A", and hierarchical clustering analysis (HCA) and principal component analysis (PCA) were performed by SPSS 19.0. **Results** There were 12 common peaks, and the similarity degrees of 15 batches of samples were more than 0.644, and showed that all the samples from different origins were of good consistency. The samples were divided into four clusters by HCA. The result of PCA showed that the three factors were chosen, the quality of samples could be evaluated basically. According to the composite score, the quality of *C. kwangtungensis* from different origins, Hunan Huitong, Guangxi Guilin, Jiangxi Wuning, Jiangxi Nanchang, Jiangxi Pingxiang, and Jiangxi Yichun were better than others. **Conclusion** The method is simple, reproducible, and reliable, than it can be used for quality control and evaluation of *C. kwangtungensis* from different origins.

**Key words:** *Callicarpa kwangtungensis* Chun.; HPLC; fingerprint; chemometrics; quality evaluation

广东紫珠 *Callicarpa kwangtungensis* Chun. 为马鞭草科紫珠属植物, 其药用部位为地上部分, 为《中国药典》2015 年版新收载中药材品种, 主要分布于江西、湖南、广东、广西、贵州、云南等地, 具有收敛止血、清热解毒之功效<sup>[1]</sup>。目前, 有研究者对其化学成分进行了分离及结构鉴定, 主要为苯乙醇苷和黄酮类成分<sup>[2-4]</sup>。目前对广东紫珠的质量评价还主要是着重于检测其中总黄酮的

量和苯乙醇苷类化合物的量<sup>[5-7]</sup>, 然而实际上广东紫珠药材体现的各种药理活性是各种不同类型的化学成分综合作用的结果, 仅用单独一个或几个化合物量为指标判定药材质量的结论过于局限, 无法全面地评价药材质量指纹图谱作为一种综合的、量化的色谱鉴定手段, 在中药质量控制和鉴别中都起到非常重要的作用。

本实验共收集了 5 省 15 个不同地区的广东紫珠

收稿日期: 2016-07-19

基金项目: 国家青年科学基金项目 (81102799)

\*通信作者 聂 韡 (1982—), 女, 博士, 副研究员, 研究方向为中药活性成分提取及质量评价。Tel: (0791)83959215 E-mail: nw1025@hotmail.com

药材,收集的范围基本涵盖了广东紫珠的主要产区,并种植于江西省林业科学院中药资源保存圃内,于正常采收期采集、干燥。为了进一步研究并揭示不同产地广东紫珠的质量差异,采用 HPLC 法建立了该 15 个不同产地广东紫珠的指纹图谱,并采用中药色谱指纹图谱相似度评价系统(2004A 版)对其进行相似度评价,运用 SPSS 软件对其进行聚类分析和主成分分析研究,为不同产地广东紫珠的鉴别与质量评价提供新的理论依据和指导。

## 1 仪器与材料

### 1.1 仪器

Waters 2695 高效液相色谱仪,紫外检测器(美国 waters 公司),Empower 色谱工作站;CP214 型分析天平(奥豪斯仪器有限公司);超声清洗器(洁康超声波有限公司);超声波功率 120 W,频率 40 kHz);RE-52 旋转蒸发器(上海亚荣公司)。

### 1.2 材料

乙腈(HPLC 级, Fisher 公司),甲酸(优级纯),甲醇(HPLC 级, Fisher 公司),无水乙醇(分析级,天津大茂化学试剂厂),娃哈哈纯净水。连翘酯苷 B(批号 111811-201001)和金石蚕苷(批号 111812-201001)对照品购自南京泽朗医药有限公司,质量分数经检验大于 98%。

广东紫珠药材样品分别来源于江西、广东、广西、湖南、贵州等地,见表 1。所有药材均经江西省林业科学院森林食品与药材研究所朱培林研究员鉴定为马鞭草科紫珠属植物广东紫珠 *Callicarpa kwangtungensis* Chun。

表 1 15 批广东紫珠样品的产地

Table 1 Sources of 15 groups of *C. kwangtungensis*

编号	产地	编号	产地
S1	江西萍乡	S9	广西桂林
S2	江西南昌	S10	江西宜春
S3	江西寻乌	S11	江西安远
S4	广东南雄	S12	江西井冈山
S5	江西武宁	S13	湖南会同
S6	江西安福	S14	江西铅山
S7	赣州峰山	S15	贵州榕江
S8	江西余江		

## 2 方法与结果

### 2.1 溶液的制备

2.1.1 对照品溶液制备 精密称取连翘酯苷 B 和金

石蚕苷对照品约 5.0 mg,加甲醇溶解,并定容于 10 mL 量瓶中,得质量浓度依次为 0.52、0.48 mg/mL 的对照品溶液,经 0.45 μm 微孔滤膜滤过,备用。

2.1.2 供试品溶液制备 广东紫珠干燥药材经粉碎(过 3 号筛),精密称取广东紫珠粉末 2.0 g,用 50 mL 50%乙醇室温下超声提取 2 次,每次 45 min。合并 2 次滤液,减压浓缩并定容至 10 mL,经 0.45 μm 微孔滤膜滤过,取滤液为供试品溶液。

2.1.3 色谱条件 sunfire C<sub>18</sub> (250 mm×4.6 mm, 5 μm) 色谱柱;柱温 25 °C;进样量 10 μL;体积流量 1.0 mL/min;运行时间:110 min;检测波长:265 nm。流动相为乙腈(A)-0.05%甲酸水溶液(B),梯度洗脱,0~15 min, 8% A; 15~30 min, 8%~12% A; 30~40 min, 12% A; 40~60 min, 12%~15% A; 60~90 min, 15%~18% A; 90~100 min, 18%~20% A; 100~110 min, 20% A。

### 2.2 色谱条件的确定

2.2.1 流动相的选择 在流动相系统的选择中,分别以乙腈-水、乙腈-0.1%磷酸、乙腈-0.25%磷酸、乙腈-水-冰醋酸、甲醇-水、乙腈-甲醇-0.25%磷酸等不同体积分数、不同比例的流动相系统进行梯度洗脱实验。结果表明,用乙腈-0.1%磷酸进行梯度洗脱为佳,基线平稳,各主要峰之间能够基本实现基线分离,且峰形较好,在调整好流动相的不同时间洗脱比例之后,各峰的保留时间适中,重现性及精密度都较好,有利于指纹图谱的分析。

2.2.2 检测波长的选择 文献报道测定广东紫珠药材中 2 个主要化学成分金石蚕苷、连翘酯苷 B 多选择于 332 nm 处测定。而另一类主要成分黄酮类成分一般选择 360 nm 处进行测定分析。本研究在检测波长的选择实验中,分别尝试了 360、332、280、265、210 nm 等不同的检测波长进行测定分析,结果显示,于 265 nm 处检测下的广东紫珠药材图谱信号峰最多,且其中的两个主要成分金石蚕苷、连翘酯苷 B 的峰相对弱化,从而使其他各相对较弱的峰凸显出来。而指纹图谱的原则是在一张图谱中尽可能多地体现待测样品中的化学成分信号峰,因此,本实验最终选择 265 nm 为广东紫珠指纹图谱的检测波长。

### 2.3 方法学考察

2.3.1 精密度试验 精密吸取同一供试品溶液各 10 μL,按“2.2.3”项下色谱条件连续进样 6 次测定,记录色谱峰。以连翘酯苷 B 色谱峰(6 号峰)为参照峰,考察共有峰相似度的一致性。结果显示,各

共有峰的相对保留时间 RSD<0.3%，相对峰面积的 RSD 值均小于<1.4%，说明该方法精密度高。

**2.3.2 稳定性试验** 将供试品溶液室温保存，分别于 0、1、4、8、12、24 h 取同一供试品溶液依法测定。以连翘酯苷 B 色谱峰（6 号峰）为参照峰，计算各共有峰的相对保留时间和相对峰面积。结果显示，各共有峰的相对保留时间 RSD<0.4%，相对峰面积的 RSD 值均小于<1.8%，表明供试品溶液在 24 h 内稳定性良好。

**2.3.3 重复性试验** 取广东紫珠药材粉末 6 份，按“2.1.2”项下方法制备供试品溶液，按“2.1.3”项下色谱条件测定，记录色谱峰。以连翘酯苷 B 色谱峰（6 号峰）为参照峰，计算各共有峰的相对保留时间和相对峰面积。结果显示，各共有峰的相对保留时间 RSD<0.5%，相对峰面积的 RSD 值均小于<2.1%，表明该方法重复性良好。

**2.4 指纹图谱的建立**

**2.4.1 广东紫珠药材 HPLC 指纹图谱测定** 分别取 15 批不同来源的广东紫珠药材 2 g，按照“2.1.2”项下方法制备供试品溶液，按照“2.1.3”项下色谱条件进行测定，记录色谱图（图 1）。采用中药色谱指纹图谱相似度评价系统（2004A）对 15 批广东紫珠药材 HPLC 图谱进行处理，共标定 12 个共有峰，且该 12 个共有峰的总面积占总峰面积的 90%以上。经与对照品溶液色谱图比对后，确认样品图谱中 6 号峰是连翘酯苷 B，10 号峰是金石蚕苷。二者分别

是广东紫珠药材的主要活性成分，从图 1 中可以看出连翘酯苷 B 的色谱峰分离度较好，峰面积所占比例较大且相对稳定，因此选择连翘酯苷 B（6 号峰）为参照峰，建立广东紫珠药材的对照指纹图谱，见图 2。

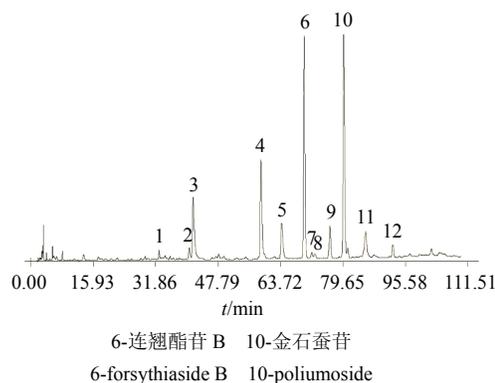


图 2 广东紫珠药材对照指纹图谱

Fig. 2 HPLC fingerprints of *C. kwangtungensis*

**2.4.2 相似度评价** 将 15 批广东紫珠样品指纹图谱数据导入中药色谱指纹图谱相似度评价系统（2004A），利用中位数法，以 S9 号样品色谱图作为参照图谱，采用多点校正后进行自动匹配，生成对照图谱，以此作为广东紫珠药材的对照指纹图谱，进行相似度评价，其计算结果见表 2。15 批样品的相似度计算结果均大于 0.9，说明各产地的药材有较好的一致性，可以用于综合评价广东紫珠药材的整体质量。

**2.5 聚类分析**

将不同产地的广东紫珠药材 HPLC 指纹图谱的 12 个共有峰的峰面积为特征，得到 15×12 阶原始数据矩阵，运用 SPSS19.0 分析软件对其进行聚类分析，采用组间连接法，以欧式平方距离为测度，Z 标准化，对样品进行聚类分析，结果见图 3。

表 2 15 批广东紫珠药材相似度分析结果

Table 2 Results of similarity of 15 batches of *C. kwangtungensis*

批号	相似度	批号	相似度
S1	0.923	S9	0.967
S2	0.914	S10	0.985
S3	0.943	S11	0.938
S4	0.957	S12	0.960
S5	0.914	S13	0.938
S6	0.925	S14	0.908
S7	0.907	S15	0.963
S8	0.901		

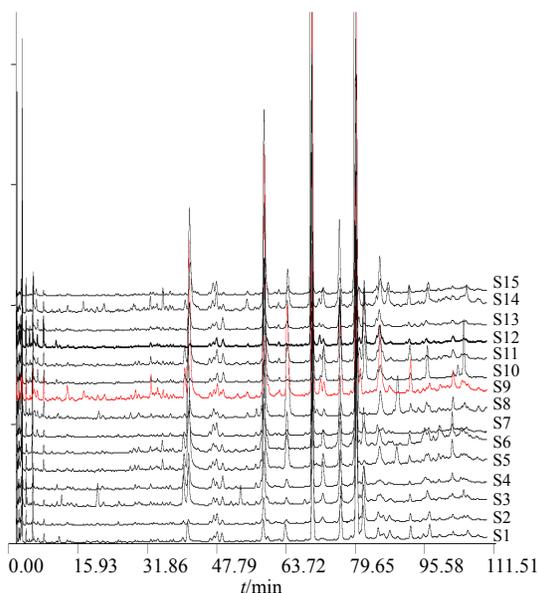


图 1 15 批广东紫珠药材指纹图谱

Fig. 1 HPLC fingerprints of 15 groups of *C. kwangtungensis*

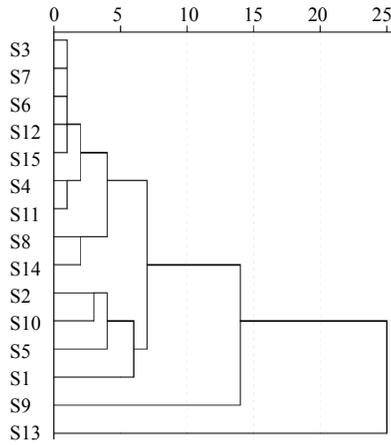


图 3 15 批广东紫珠指纹图谱的聚类分析树状图

Fig. 3 Hierarchical cluster analysis for 15 batches of *C. kwangtungensis*

从中可以看出, 15 个广东紫珠药材样品总共可以聚为 4 类, 其中, 江西寻乌、江西赣州、江西安福、江西井冈山、江西铅山、广东南雄、江西安远、江西余江、贵州榕江聚为第 1 类; 江西南昌、江西宜春、江西武宁、江西萍乡聚为第 2 类; 广西桂林单独聚为第 3 类; 湖南会同单独聚为第 4 类。从聚类分析结果来看, 广东紫珠药材的指纹图谱与其地理位置、外界环境具有一定的相关性, 但不绝对相关。

### 2.6 主成分分析

主成分分析是最常用的多指标线性降维压缩和多变量分析方法。它可将原有众多具有一定相关性的变量, 重新组合成一组新的、相互无关的综合指标来代替原有的变量, 从而实现以最少的主成分尽可能多的体现原变量的信息, 以揭示数据结构特征, 提取化学信息, 已经广泛应用于中药材的品质综合评价与分类。

采用 SPSS 19.0 统计软件对 15 个产地广东紫珠药材的指纹图谱数据进行主成分分析, 将 15 批次样品 12 个共有峰峰面积导入 SPSS 19.0 软件, 进行主成分分析。对广东紫珠药材共有峰峰面积 Z 标准化处理后, 计算相关系数矩阵, 主成分特征值、累计贡献率及主成分综合得分等。

**2.6.1 相关性分析** 相关系数矩阵见表 3。6 号峰为连翘酯苷 B, 10 号峰为金石蚕苷。色谱峰 5 和色谱峰 2、3 具有较大的正相关性; 色谱峰 6 (连翘酯苷 B) 和色谱峰 7 具有较大的正相关性; 色谱峰 9、10 (金石蚕苷)、色谱峰 11 及色谱峰 12 相互之间均有较大的正相关性。

**2.6.2 特征值、方差贡献率** 相关系数的特征值和方差贡献率见表 4 和图 4。以特征值 > 1 为提取

表 3 相关系数矩阵

Table 3 Matrix of correlation coefficients

峰号	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	1.000	0.605	0.495	0.839	0.564	0.814	0.788	0.228	0.825	0.860	0.929	0.901
2	0.605	1.000	0.768	0.497	0.859	0.457	0.487	0.285	0.294	0.588	0.563	0.560
3	0.495	0.768	1.000	0.397	0.874	0.459	0.279	-0.091	0.167	0.512	0.470	0.441
4	0.839	0.497	0.397	1.000	0.500	0.653	0.655	0.326	0.898	0.827	0.874	0.851
5	0.564	0.859	0.874	0.500	1.000	0.506	0.457	0.136	0.215	0.606	0.620	0.535
6	0.814	0.457	0.459	0.653	0.506	1.000	0.826	0.150	0.648	0.905	0.824	0.854
7	0.788	0.487	0.279	0.655	0.457	0.826	1.000	0.207	0.645	0.806	0.847	0.851
8	0.228	0.285	-0.091	0.326	0.136	0.150	0.207	1.000	0.273	0.345	0.164	0.298
9	0.825	0.294	0.167	0.898	0.215	0.648	0.645	0.273	1.000	0.751	0.795	0.776
10	0.860	0.588	0.512	0.827	0.606	0.905	0.806	0.345	0.751	1.000	0.887	0.954
11	0.929	0.563	0.470	0.874	0.620	0.824	0.847	0.164	0.795	0.887	1.000	0.935
12	0.901	0.560	0.441	0.851	0.535	0.854	0.851	0.298	0.776	0.954	0.935	1.000

标准, 得到前 3 个主成分的累计方差贡献率为 88.997% > 85%, 故选取前 3 个主成分即可进行评价, 它代表了广东紫珠药材中 12 个成分量的 88.997% 的信息量, 具有很好的代表性, 足以评价广东紫珠药材的品质。

根据因子荷载矩阵, 推测影响广东紫珠药材质量差异的并不是单一成分, 而是多成分 (群) 的协

同作用的结果。从表 5 和图 5 中可以看出, 第 1 主成分的信息主要来自于色谱峰 1、4、6、7、9、10、11、12; 第 2 主成分主要来自色谱峰 2、3、5; 第 3 主成分主要来自色谱峰 8 的信息。

**2.6.3 不同产地广东紫珠药材的综合评价** 用 3 个主成分对广东紫珠药材进行综合评价, 将得到的特征向量与标准化后的数据相乘, 得到主成分表达式,

表 4 特征值和方差贡献率

Table 4 Characteristic value and variance contribution rate

峰号	初始特征值			提取平方和载入		
	合计	方差的贡献率/%	累计贡献率/%	合计	方差的贡献率/%	累计贡献率/%
1	7.899	65.829	65.829	7.899	65.829	65.829
2	1.746	14.702	80.531	1.746	14.702	80.531
3	1.016	8.466	88.997	1.016	8.466	88.997
4	0.546	4.551	93.548			
5	0.286	2.382	95.930			
6	0.174	1.446	97.376			
7	0.108	0.896	98.272			
8	0.096	0.804	99.075			
9	0.062	0.520	99.596			
10	0.030	0.246	99.842			
11	0.017	0.144	99.986			
12	0.002	0.014	100.000			

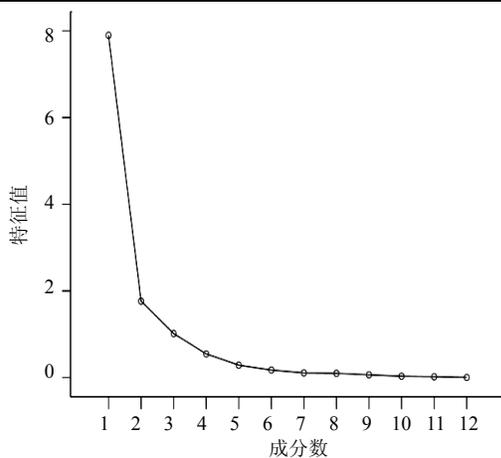


图 4 公共因子碎石图

Fig. 4 Macadam figure of common factor

表 5 初始因子荷载矩阵

Table 5 Component matrix

色谱峰号	主成分		
	1	2	3
1	0.882	0.349	0.078
2	0.296	0.862	0.246
3	0.205	0.921	-0.169
4	0.847	0.239	0.226
5	0.291	0.924	0.056
6 (连翘酯苷 B)	0.846	0.299	-0.054
7	0.848	0.211	0.043
8	0.164	0.033	0.974
9	0.902	-0.047	0.167
10 (金石蚕苷)	0.863	0.379	0.178
11	0.909	0.345	0.011
12	0.909	0.304	0.139

再以每个主成分所对应的特征值占提取主成分总的特征值之和的比例作为权重得到了主成分综合模型,根据主成分综合模型计算 15 批广东紫珠药材的主成分得分及综合得分值,见表 6,综合得分越高,表明质量越好。综合得分结果显示,湖南会同、广西桂林、江西武宁、江西南昌、江西萍乡、江西宜春的广东紫珠药材在所有样品中的综合得分位于前 6 名,表明该 6 个产地的广东紫珠药材质量较好,对应药材指纹图谱信息,该 6 个产地的广东紫珠药材的指纹图谱中主要成分 3、4、5、6、9、10、11 的峰面积值均较大,结果也证明了主成分分析时提取的 3 个主成分能够基本体现指纹图谱的所有信息。综合聚类分析结果,第 1 类广东紫珠药材质量较差,其余产地的广东紫珠药材质量较好,且湖南会同产广东紫珠药材质量最好。主成分综合分析结

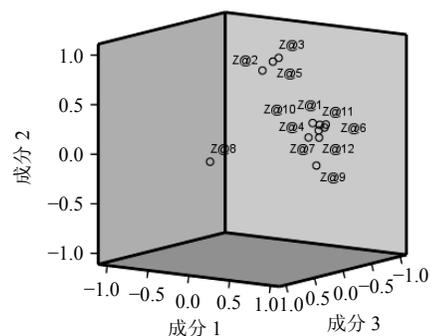


图 5 样本在 3 个主成分的平面分布图

Fig. 5 Samples in planar distribution of three main components

表 6 主成分得分、综合得分排序

Table 6 Rank of principal component scores and comprehensive scores

序号	主成分 1 得分	主成分 2 得分	主成分 3 得分	综合得分	排名
S1	0.529 0	1.934 7	0.192 8	0.802 7	5
S2	1.164 5	1.062 6	0.716 8	0.880 9	4
S3	-1.560 5	-1.549 9	-1.519 9	-1.382 1	11
S4	-2.679 1	-1.151 9	-1.689 9	-1.890 4	15
S5	3.469 2	2.296 5	1.343 9	2.573 8	3
S6	-1.804 9	-1.442 6	-1.322 6	-1.464 7	13
S7	-1.581 1	-1.528 7	-1.274 8	-1.363 3	10
S8	-2.028 8	-0.990 7	0.910 8	-1.246 6	9
S9	4.297 9	0.889 7	1.857 2	2.699 7	2
S10	1.004 8	-0.191 6	0.915 4	0.574 8	6
S11	-2.676 5	-1.099 3	-1.475 3	-1.854 2	14
S12	-1.681 2	-1.689 4	-1.216 4	-1.452 6	12
S13	6.358 8	6.614 4	1.660 3	5.262 9	1
S14	-1.203 5	-1.361 9	1.978 3	-0.799 0	7
S15	-1.010 8	-1.791 9	-1.076 8	-1.108 9	8

果与聚类分析的结果相互得以印证。

15 个不同产地的广东紫珠药材质量的差异, 分析原因可能是不同的生态环境(包括土壤、气候、水分、矿物质分布情况等)对中药材的质量产生一定的影响。自然生态环境与中药资源的质量(有效成分的形成和积累)、数量密切相关, 是其生态适宜性评价的客观基础, 也是药材生产区划的关键所在。不同产地广东紫珠药材再按综合主成分得分值进行聚类分析, 聚类结果见图 6。15 批广东紫珠药材分为 3 类, 综合得分排名第 1 的湖南会同产广东紫珠药材单独聚为第 1 类; 综合得分排名第 2、3、4、5、6 位广西桂林、江西武宁、江西南昌、江西萍乡、江西宜春产的广东紫珠药材聚为第 2 类; 其他产地

广东紫珠药材聚为第 3 类, 与上述聚类分析结果基本一致, 略有不同。

### 3 讨论

中药化学成分复杂多样, 通过研究很难将其中所有的化学物质一一明确, 因此, 如何在化学物质不完全明确的前提下, 依然能够提取出充分的、可靠的信息用以控制药材质量显得非常重要。指纹图谱技术的优势便在于此。目前, 对于广东紫珠药材的 HPLC 指纹图谱报道较少, 余婧等<sup>[8]</sup>对广东紫珠的止血谱效模式做了初步的研究, 其中包括了广东紫珠指纹图谱的构建, 但是其研究重点在于广东紫珠的止血谱效关系, 并未对指纹图谱本身进行深入分析。

本实验首先对广东紫珠 HPLC 指纹图谱的色谱条件进行了深入的摸索, 获得的广东紫珠 HPLC 指纹图谱基线平稳, 各主要峰之间能够基本实现基线分离, 且峰形较好, 各峰的保留时间适中, 重现性及精密度都较好, 有利于指纹图谱的进一步分析。

其次, 本实验对广东紫珠的指纹图谱进行了相似度评价、聚类分析及主成分分析。根据 15 个不同产地的广东紫珠药材指纹图谱的分析结果可以看出, 15 批药材的相似度计算结果均大于 0.900, 说明各产地的药材有较好的一致性。聚类分析将 15 批广东紫珠药材聚为 4 类, 聚类结果表明广东紫珠药材的指纹图谱与其地理位置、外界环境具有一定的相关性, 但不绝对相关。用提取的 3 个主成分对

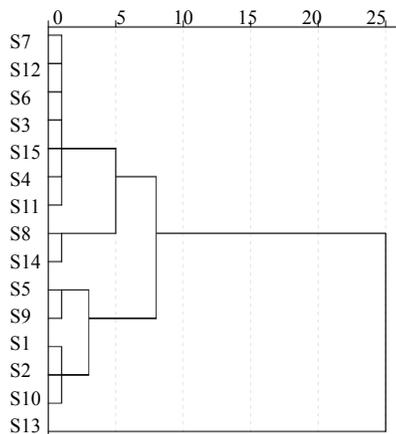


图 6 15 批广东紫珠药材指纹图谱主成分聚类图

Fig. 6 Hierarchical cluster analysis of principal component for 15 batches of *C. kwangtungensis*

广东紫珠药材进行综合评价, 综合得分结果显示, 湖南会同、广西桂林、江西武宁、江西南昌、江西萍乡、江西宜春的广东紫珠药材在所有样品中的综合得分位于前6名, 综合聚类分析结果, 第1类广东紫珠药材质量较差, 其余产地的广东紫珠药材质量较好, 且湖南会同产广东紫珠药材质量最好。

本实验运用指纹图谱结合化学计量学对不同产地的广东紫珠药材质量进行评价, 结论较之单一的测定更为全面准确, 可用于广东紫珠药材质量的评价和控制, 对广东紫珠的规范化种植也具有很好的指导意义。

#### 参考文献

- [1] 中国药典 [S]. 一部. 2015.
- [2] 郭文, 付辉政, 周国平, 等. 广东紫珠正丁醇部位化学成分分析 [J]. 中国实验方剂学杂志, 2015, 21(3): 52-55.
- [3] 周凌云. 紫珠地上部分的化学成分 [J]. 中草药, 2011, 42(3): 454-457.
- [4] 贾安, 杨义芳, 孔德云. 广东紫珠中黄酮碳苷的分离与结构鉴定及初步体外抗炎活性研究 [J]. 中国医药工业杂志, 2012, 43(4): 263-268.
- [5] 蔡灏, 孙秀漫, 欧阳彩君, 等. HPLC 测定不同产地广东紫珠中3种苯乙醇苷的含量 [J]. 中国实验方剂学杂志, 2013, 19(10): 63-65.
- [6] 陈颖, 许敏, 凌嘉伟, 等. 不同采收期广东紫珠中两种抗炎活性成分的动态变化 [J]. 中医药学报, 2014, 42(1): 29-31.
- [7] 唐玉莲, 易凯, 史外鹏, 等. 广东紫珠总黄酮提取工艺优化及含量测定 [J]. 怀化学院学报, 2014, 33(5): 5-9.
- [8] 余婧, 杨义芳, 胡晓, 等. 广东紫珠止血谱效相关模式的研究 [J]. 中国医药工业杂志, 2015, 46(5): 467-472.