

桃儿七 HPLC 指纹图谱研究

张 丽¹, 王 薇¹, 王 菲¹, 杨新杰¹, 李玉泽², 宋 蓓^{1,2}, 姜 祎¹, 宋小妹^{1*}

1. 陕西中医药大学药学院, 陕西 咸阳 712046

2. 西北大学生命科学学院, 陕西 西安 710069

摘 要: 目的 建立桃儿七的 HPLC 指纹图谱分析方法, 为该药材的鉴别及质量评价提供依据。方法 采用 Thermo HypURITY C₁₈ 色谱柱 (250 mm×4.6 mm, 5 μm), 以甲醇-0.4%磷酸水溶液为流动相, 进行梯度洗脱, 柱温 25 ℃, 体积流量 0.8 mL/min, 检测波长 290 nm, 进样量 10 μL。采用“中药色谱指纹图谱相似度评价系统”(2004 A) 和 SPSS 19.0 统计软件中的聚类分析对指纹图谱进行相似度分析。结果 建立桃儿七的 HPLC 指纹图谱, 确定了 17 个共有峰, 并指认了其中 8 个共有峰, 经相似度评价, 19 批桃儿七药材指纹图谱与共有模式比较的相似度均在 0.9 以上, 整体相似度较好, 聚类结果与相似度评价结果基本一致。结论 该研究建立的桃儿七 HPLC 指纹图谱可为该药材的鉴别及质量评价提供更全面的参考。

关键词: 桃儿七; 高效液相色谱; 指纹图谱; 相似度评价; 聚类分析

中图分类号: R286.022 文献标志码: A 文章编号: 0253-2670(2017)13-2752-06

DOI: 10.7501/j.issn.0253-2670.2017.13.026

HPLC fingerprint of *Sinopodophylli Radix et Rhizoma*

ZHANG Li¹, WANG Wei¹, WANG Fei¹, YANG Xin-jie¹, LI Yu-ze², SONG Bei^{1,2}, JIANG Yi¹, SONG Xiao-mei¹

1. School of Pharmacy, Shaanxi University of Chinese Medicine, Xianyang 712046, China

2. College of Life Science, Northwest University, Xi'an 710069, China

Abstract: Objective The HPLC fingerprint of *Sinopodophylli Radix et Rhizoma* was established, which provided the basis for the identification and quality evaluation of the medicinal materials. **Methods** The chromatographic separation was performed on a Thermo HypURITY C₁₈ column (250 mm × 4.6 mm, 5 μm) using methanol (A)-0.4% orthophosphoric acid (B) as mobile phase with gradient elution. The column temperature was 25 ℃, the flow rate was 0.8 mL/min, the detection wavelength was set at 290 nm, and the injection volume was 10 μL. The fingerprints were compared for similarity using “Traditional Chinese Medicine Chromatographic Fingerprint Similarity Evaluation System” (2004 A) issued by *Chinese Pharmacopoeia* commission and cluster analysis in SPSS 19.0. **Results** HPLC fingerprint of *Sinopodophylli Radix et Rhizoma* had 17 common peaks, and eight of them were identified. In the similarity evaluation, The HPLC fingerprint of 19 batches of *Sinopodophylli Radix et Rhizoma* had a similarity ratio of more than 0.9 when compared with the mutual mode HPLC fingerprints. The overall similarity was good, and the cluster analysis result was basically the same as the similarity evaluation result. **Conclusion** The HPLC fingerprint of *Sinopodophylli Radix et Rhizoma* can provide more comprehensive reference for its identification and quality evaluation.

Key words: *Sinopodophylli Radix et Rhizoma*; HPLC; fingerprint; similarity evaluation; cluster analysis

桃儿七 *Sinopodophyllum hexandrum* (Royle) Ying 为小檗科桃儿七属多年生草本植物, 异名鬼臼、铜筷子、鸡素苔, 主要分布于我国陕西、甘肃、青海、云南、四川和西藏等地, 为中国 III 级保护的珍稀濒危植物^[1-3]。桃儿七干燥的根及根茎作为桃儿七药材始载于《神农本草经》^[4], 其味苦、性温、

有毒, 具有祛风除湿、活血止痛、祛痰止咳、调和诸药等功效, 多用于治疗风湿痹痛、跌打损伤、月经不调、慢性气管炎、止咳祛痰、铁棒锤中毒等^[2]。

桃儿七原植物主要生长在海拔 2 700~4 200 m 的亚高山和高山地区, 其分布范围较广^[5]。但多年来对桃儿七及鬼臼类植物的过度采挖及其较弱的繁

收稿日期: 2017-03-23

基金项目: 陕西省中药基础与新药研究重点实验室资助; 陕西省科技统筹创新计划项目 (2013KTCQ03-14)

作者简介: 张 丽 (1989—), 女, 在读硕士研究生, 研究方向为中草药药效物质基础研究。Tel: 18700089520 E-mail: 1024542988@qq.com

*通信作者 宋小妹, 教授, 硕士生导师, 研究方向为中草药药效物质基础研究。Tel: 13636733632 E-mail: songxiaom@126.com

殖能力导致其资源濒危, 为保护日益减少的桃儿七资源, 1992 年桃儿七被《中国植物红皮书》收录^[6]。现代研究表明, 桃儿七主要含有 2 大类活性成分: 木脂素类化合物为最重要的有效成分, 具有很好的抗肿瘤、抗病毒、抑菌杀虫及兴奋肠平滑肌活性; 黄酮类化合物具有抗病毒、抑菌杀虫及治疗气管炎活性^[7-8]。桃儿七果实和根的鉴别已有 HPLC 指纹图谱文献^[9-10], 但不够完善。为了进一步完善桃儿七质量控制标准, 本实验采用 HPLC 建立了桃儿七的指纹图谱, 对 19 批不同来源的桃儿七根及根茎样品进行分析评价, 指认了 8 个成分。本研究所建立的 HPLC 指纹图谱, 能较全面反映桃儿七药材的成分特征, 可为桃儿七的质量控制提供科学依据。

1 仪器与材料

Waters e2695 型高效液相色谱仪, 包括四元泵、自动进样器、柱温箱、PDA 检测器 (美国沃特世公司); GB204 电子分析天平 (瑞士梅特勒-托利多公司); 舒美 KQ-500DE 型超声波清洗仪 (昆山市超声仪器有限公司); DYF-200A 型高速万能粉碎机 (上海比朗仪器有限公司)。

水为娃哈哈纯净水, 甲醇、磷酸为色谱纯 (天津市科密欧化学试剂有限公司); 对照品苦鬼臼毒素葡萄糖二苷、山柰酚葡萄糖苷、4'-去甲基鬼臼毒素、鬼臼毒素葡萄糖苷、槲皮素、鬼臼毒素、鬼臼毒酮、山柰酚均由本课题组自制, 经面积归一化法测定, 质量分数均大于 98%。19 批桃儿七药材由课题组采收或购买于陕西、甘肃、四川、云南、广西、西藏等省区, 详情信息见表 1, 经陕西中医药大学王继涛高级实验师鉴定为小檗科植物桃儿七 *Sinopodophyllum hexandrum* (Royle) Ying 的根及根茎。各产地药材鲜品采收或购买后 50 °C 烘干, 除去杂质, 备用。

2 方法与结果

2.1 色谱条件

Thermo HyPURITY C₁₈ 色谱柱 (250 mm×4.6 mm, 5 μm), 流动相甲醇 (A)-0.4%磷酸水溶液 (B) 梯度洗脱 (0~13 min, 35%~40% A; 13~20 min, 40%~43% A; 20~45 min, 43% A; 45~50 min, 43%~45% A; 50~60 min, 45%~49% A; 60~65 min, 49%~52% A; 65~80 min, 52% A); 柱温 25 °C, 体积流量 0.8 mL/min; 检测波长 290 nm; 进样量 10 μL。

表 1 19 批药材来源

Table 1 Sources of 19 samples

批次	产地	采收时间	收集方式
S1	陕西太白	2015-08	采收
S2	甘肃华亭	2015-08	采收
S3	甘肃五部	2015-09	采收
S4	陕西红河谷	2015-08	采收
S5	陕西眉县	2015-10	采收
S6	广西	2015-10	购买
S7	云南	2015-10	购买
S8	陕西太白	2015-10	采收
S9	陕西太白	2015-10	采收
S10	甘肃武都	2015-11	采收
S11	陕西眉县	2015-09	采收
S12	广西	2015-09	购买
S13	西藏	2015-11	购买
S14	四川	2015-11	购买
S15	广西	2015-11	购买
S16	甘肃	2015-10	购买
S17	陕西眉县	2015-11	采收
S18	四川	2015-11	购买
S19	陕西眉县	2015-08	采收

2.2 溶液的制备

2.2.1 混合对照品溶液的制备 分别精密称取苦鬼臼毒素葡萄糖二苷、山柰酚葡萄糖苷、4'-去甲基鬼臼毒素、鬼臼毒素葡萄糖苷、槲皮素、鬼臼毒素、鬼臼毒酮、山柰酚的对照品适量, 加甲醇制成含苦鬼臼毒素葡萄糖二苷 36 μg/mL、山柰酚葡萄糖苷 38.4 μg/mL、4'-去甲基鬼臼毒素 172.8 μg/mL、鬼臼毒素葡萄糖苷 352.8 μg/mL、槲皮素 188 μg/mL、鬼臼毒素 1 139.2 μg/mL、鬼臼毒酮 56 μg/mL、山柰酚 144 μg/mL 的混合对照品溶液。

2.2.2 供试品溶液的制备 精密称取桃儿七粉末 (根及根茎系随机取样, 过 3 号筛) 约 0.5 g, 置 100 mL 具塞锥形瓶中, 精密加入 80%甲醇 30 mL, 称定质量, 超声 (250 W, 60 kHz) 45 min, 放冷, 再称定质量, 用 80%甲醇补足减失的质量, 摇匀, 经 0.22 μm 微孔滤膜滤过, 取续滤液作为供试品溶液。

2.3 方法学考察

2.3.1 精密度试验 称取 S1 号桃儿七样品, 按“2.2.2”项下方法制备供试品溶液, 按“2.1”项下色谱条件连续进样 6 次, 测定 HPLC 色谱图, 以 13 号峰的保留时间和色谱峰面积为参照, 计算出各共

有峰的相对保留时间和相对峰面积,其 RSD 均小于 3.0%,表明仪器精密良好。

2.3.2 稳定性试验 称取 S1 号桃儿七样品,按“2.2.2”项下方法制备供试品溶液,按“2.1”项下色谱条件分别于 0、2、4、8、12、24 h 进样测定,测定 HPLC 色谱图,以 13 号峰的保留时间和色谱峰面积为参照,计算出各共有峰的相对保留时间和相对峰面积,其 RSD 均小于 3.0%。

2.3.3 重复性试验 称取 S1 号桃儿七样品 6 份,按“2.2.2”项下方法制备供试品溶液,按“2.1”项下色谱条件依次进样分析,测定 HPLC 色谱图,以 13 号峰的保留时间和色谱峰面积为参照,计算出各共有峰的相对保留时间和相对峰面积,其 RSD 均小于 3.0%,表明该方法的重复性良好。

2.4 结果与分析

2.4.1 桃儿七指纹图谱的建立与分析 取 19 批不同产地的桃儿七药材样品,每份约 0.5 g,精密称定,按“2.2.2”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 19 批桃儿七药材的 HPLC 指纹图谱。将其导入国家药典委员会开发的《中药色谱指纹图谱相似度评价体系 2004A 版》软件进行分析,以陕西太白桃儿七样品(S1)的指纹图谱为参照图谱,以平均数法生成对照图谱,时间窗宽度为 0.1 s,经多点校正、自动匹配后生成桃儿七药材指纹图谱的共有模式,并建立 19 批桃儿七药材的指纹图谱,见图 1。

2.4.2 共有峰的标定 根据 19 批桃儿七药材指纹图谱的检测结果,利用《中药色谱指纹图谱相似度评价体系 2004A 版》的数据匹配功能,在对照指纹图谱上

共标定出 17 个共有色谱峰,见图 2。与对照品比对确认了其中的 8 个共有峰,分别为苦鬼臼毒素葡萄糖二苷(峰 3)、山柰酚葡萄糖苷(峰 7)、4'-去甲基鬼臼毒素(峰 9)、鬼臼毒素葡萄糖苷(峰 10)、槲皮素(峰 11)、鬼臼毒素(峰 13)、鬼臼毒酮(峰 14)、山柰酚(峰 15)。在样品图谱中选择峰面积较大、出峰时间适中的 13 号鬼臼毒素色谱峰作为参照峰,以参照峰的保留时间和峰面积作为 1,分别计算其他各共有峰的相对保留时间和相对峰面积,结果见表 2、3。

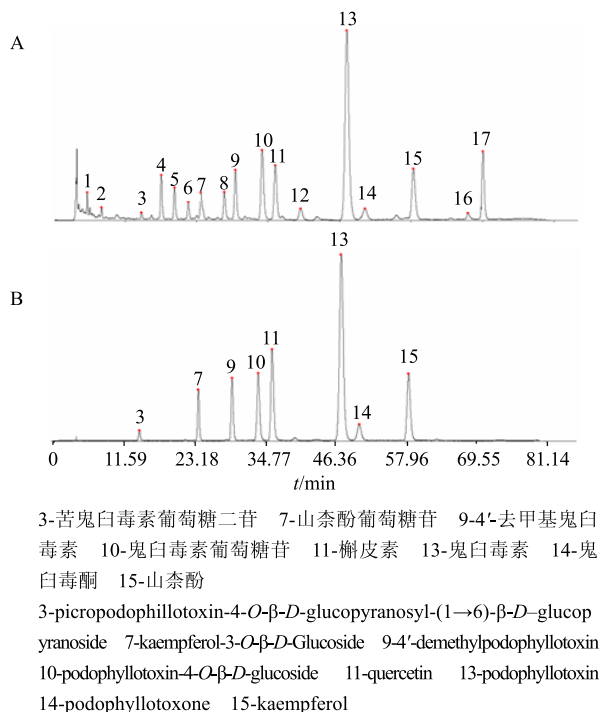


图 2 桃儿七药材 HPLC 指纹图谱共有模式 (A) 和混合对照品色谱图 (B)

Fig. 2 HPLC fingerprints common model (A) and mixed reference chromatogram (B) of *Sinopodophylli Radix et Rhizoma*

2.4.3 相似度评价 采用中国药典委员会《中药色谱指纹图谱相似度评价系统》(2004A 版)软件,对 19 批桃儿七样品的 HPLC 图谱和对照图谱的相似度进行评价,结果见表 4,由相似度结果可知,以上样品与对照谱相比较,其相似度均达到 0.9 以上,除 S6、S9、S15 号样品外,其余 16 批不同产地的桃儿七样品与对照指纹图谱的相似度值均大于 0.95,与对照指纹图谱有良好的相似性,表明药材质量稳定,差异较小。

2.4.4 系统聚类分析 将 19 批桃儿七样品的 HPLC 指纹图谱中 17 个共有峰的峰面积数据导入 SPSS 19.0 统计分析软件,采用组间联接法,以欧式平方距离对样品进行聚类分析,结果见图 3,第 1 类为 S3、S13、S14、

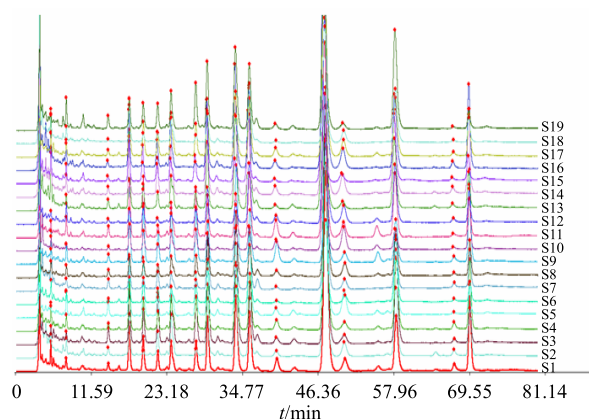


图 1 19 批桃儿七 HPLC 指纹图谱

Fig. 1 HPLC fingerprints of 19 batches of *Sinopodophylli Radix et Rhizoma*

表 2 共有峰的相对保留时间

Table 2 Relative retention time of common peaks

样品	相对保留时间																
	峰 1	峰 2	峰 3	峰 4	峰 5	峰 6	峰 7	峰 8	峰 9	峰 10	峰 11	峰 12	峰 13	峰 14	峰 15	峰 16	峰 17
S1	0.115	0.164	0.300	0.367	0.412	0.460	0.502	0.582	0.620	0.711	0.756	0.843	1.000	1.062	1.227	1.414	1.465
S2	0.115	0.165	0.300	0.368	0.413	0.460	0.503	0.583	0.621	0.712	0.756	0.843	1.000	1.062	1.229	1.417	1.468
S3	0.114	0.164	0.300	0.368	0.413	0.460	0.503	0.583	0.621	0.712	0.757	0.841	1.000	1.062	1.228	1.416	1.466
S4	0.115	0.164	0.300	0.367	0.413	0.460	0.503	0.583	0.620	0.711	0.757	0.842	1.000	1.062	1.228	1.415	1.466
S5	0.115	0.165	0.300	0.368	0.413	0.460	0.503	0.583	0.621	0.712	0.757	0.843	1.000	1.063	1.229	1.417	1.468
S6	0.115	0.164	0.300	0.367	0.412	0.459	0.502	0.582	0.620	0.712	0.755	0.842	1.000	1.062	1.226	1.414	1.465
S7	0.115	0.164	0.300	0.368	0.413	0.459	0.503	0.583	0.621	0.713	0.756	0.841	1.000	1.061	1.227	1.415	1.465
S8	0.115	0.164	0.300	0.368	0.413	0.460	0.503	0.583	0.621	0.712	0.756	0.843	1.000	1.063	1.227	1.414	1.466
S9	0.115	0.164	0.300	0.368	0.413	0.460	0.503	0.583	0.621	0.712	0.756	0.843	1.000	1.062	1.226	1.414	1.464
S10	0.115	0.165	0.301	0.369	0.414	0.461	0.504	0.795	0.621	0.713	0.756	0.843	1.000	1.062	1.229	1.417	1.468
S11	0.115	0.165	0.301	0.369	0.414	0.461	0.504	0.584	0.622	0.713	0.757	0.843	1.000	1.062	1.228	1.417	1.469
S12	0.115	0.165	0.300	0.369	0.414	0.460	0.503	0.583	0.621	0.713	0.756	0.843	1.000	1.061	1.228	1.417	1.468
S13	0.115	0.165	0.301	0.369	0.415	0.462	0.505	0.585	0.622	0.713	0.757	0.843	1.000	1.062	1.229	1.418	1.470
S14	0.115	0.165	0.301	0.369	0.414	0.461	0.504	0.585	0.622	0.713	0.758	0.842	1.000	1.062	1.229	1.419	1.471
S15	0.116	0.165	0.301	0.369	0.414	0.461	0.504	0.584	0.622	0.713	0.757	0.844	1.000	1.063	1.231	1.421	1.474
S16	0.115	0.164	0.299	0.367	0.412	0.459	0.503	0.583	0.621	0.712	0.757	0.842	1.000	1.062	1.230	1.418	1.470
S17	0.115	0.165	0.300	0.369	0.414	0.461	0.490	0.584	0.621	0.712	0.758	0.843	1.000	1.062	1.230	1.418	1.469
S18	0.115	0.165	0.299	0.368	0.413	0.459	0.504	0.584	0.621	0.712	0.757	0.843	1.000	1.062	1.229	1.416	1.466
S19	0.115	0.165	0.300	0.369	0.414	0.461	0.504	0.584	0.621	0.713	0.758	0.842	1.000	1.060	1.229	1.417	1.469

表 3 共有峰的相对峰面积

Table 3 Relative peak areas of common peaks

编号	相对峰面积																
	峰 1	峰 2	峰 3	峰 4	峰 5	峰 6	峰 7	峰 8	峰 9	峰 10	峰 11	峰 12	峰 13	峰 14	峰 15	峰 16	峰 17
S1	0.038	0.017	0.012	0.096	0.070	0.039	0.080	0.076	0.136	0.254	0.203	0.047	1.000	0.054	0.224	0.017	0.215
S2	0.030	0.021	0.013	0.087	0.010	0.051	0.120	0.018	0.149	0.285	0.211	0.020	1.000	0.069	0.293	0.015	0.220
S3	0.001	0.014	0.022	0.099	0.064	0.093	0.129	0.105	0.260	0.397	0.184	0.018	1.000	0.043	0.317	0.008	0.092
S4	0.044	0.021	0.013	0.107	0.071	0.041	0.105	0.090	0.129	0.248	0.209	0.041	1.000	0.040	0.325	0.020	0.230
S5	0.012	0.028	0.025	0.104	0.114	0.034	0.075	0.100	0.110	0.225	0.274	0.022	1.000	0.110	0.246	0.003	0.080
S6	0.075	0.037	0.017	0.127	0.100	0.074	0.106	0.106	0.273	0.138	0.573	0.011	1.000	0.069	0.678	0.009	0.140
S7	0.099	0.024	0.023	0.085	0.028	0.049	0.068	0.029	0.300	0.102	0.260	0.006	1.000	0.058	0.266	0.017	0.148
S8	0.018	0.018	0.015	0.049	0.033	0.027	0.063	0.054	0.121	0.182	0.111	0.020	1.000	0.093	0.206	0.003	0.113
S9	0.044	0.044	0.026	0.278	0.207	0.102	0.259	0.222	0.174	0.542	0.291	0.130	1.000	0.067	0.292	0.028	0.456
S10	0.015	0.012	0.007	0.066	0.052	0.013	0.062	0.063	0.053	0.090	0.100	0.049	1.000	0.150	0.108	0.004	0.198
S11	0.037	0.028	0.020	0.125	0.138	0.024	0.093	0.120	0.114	0.149	0.224	0.070	1.000	0.087	0.277	0.005	0.161
S12	0.021	0.025	0.007	0.027	0.032	0.008	0.024	0.035	0.090	0.059	0.197	0.027	1.000	0.088	0.233	0.010	0.097
S13	0.096	0.017	0.013	0.129	0.040	0.028	0.053	0.034	0.138	0.255	0.341	0.011	1.000	0.025	0.232	0.008	0.087
S14	0.057	0.020	0.009	0.076	0.006	0.054	0.091	0.010	0.182	0.231	0.194	0.023	1.000	0.077	0.250	0.011	0.169
S15	0.081	0.045	0.017	0.174	0.150	0.071	0.132	0.132	0.370	0.148	0.472	0.015	1.000	0.066	0.544	0.009	0.138
S16	0.031	0.023	0.009	0.084	0.004	0.042	0.088	0.008	0.130	0.253	0.200	0.020	1.000	0.073	0.224	0.012	0.184
S17	0.033	0.017	0.010	0.115	0.071	0.044	0.003	0.080	0.115	0.215	0.187	0.027	1.000	0.084	0.244	0.009	0.138
S18	0.072	0.030	0.007	0.130	0.026	0.039	0.113	0.025	0.130	0.155	0.339	0.002	1.000	0.089	0.393	0.009	0.125
S19	0.021	0.047	0.027	0.069	0.063	0.063	0.113	0.141	0.217	0.343	0.268	0.018	1.000	0.020	0.506	0.002	0.067

表 4 19 批药材相似度结果

Table 4 Results of similarity of 19 batches of samples

批次	相似度	批次	相似度
S1	0.995	S11	0.990
S2	0.967	S12	0.978
S3	0.981	S13	0.987
S4	0.995	S14	0.989
S5	0.992	S15	0.935
S6	0.926	S16	0.978
S7	0.975	S17	0.996
S8	0.986	S18	0.950
S9	0.925	S19	0.968
S10	0.961		

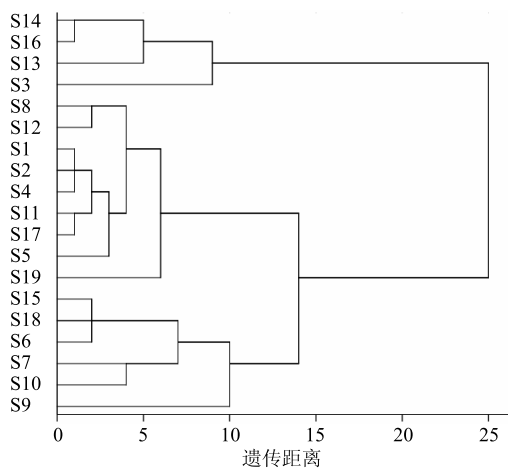


图 3 19 批药材系统聚类分析结果

Fig. 3 Dendrogram of hierarchical clustering analysis of 19 batches of samples

S16, 各个批次的样品相似度较低 (0.925~0.975); 第 2 类为 S1、S2、S4、S5、S8、S11、S12、S17、S19, 各个批次的样品相似度最为接近 (0.978~0.989); 第 3 类为 S6、S7、S9、S10、S15、S18, 各个批次的样品相似度较高 (0.967~0.996)。通过与指纹图谱的相似度分析结果比较, 系统聚类分析结果与其基本一致。

3 讨论

3.1 色谱柱及流动相得选择

本实验在选用甲醇-水、甲醇- (0.1%、0.2%、0.4%) 磷酸水、乙腈-水、乙腈- (0.1%、0.2%、0.4%) 磷酸水等流动相的基础上, 对 Inertsil[®] ODS-3 Thermo (250 mm×4.6 mm, 5 μm)、HyPURITY C₁₈ (250 mm×4.6 mm, 5 μm) 和 Hypersil BDS C₁₈ (250mm×4.6 mm, 5 μm) 色谱柱进行优选后, 最终确定以 HyPURITY C₁₈ (250 mm×4.6 mm, 5 μm) 为色谱柱, 以甲醇-0.4%磷酸水溶液作为流动相 A 和 B 进行色谱分析时, 各色谱峰的分离度好, 保留时间适中, 且分析时间短。

3.2 提取方法的选择

本实验对不同提取溶剂 (乙醇、甲醇、60%甲醇、70%甲醇、80%甲醇、90%甲醇), 不同提取时间段 (15、30、45、60、75、90 min) 和不同提取方法 (超声提取和加热回流提取) 进行比较, 结果发现 80%甲醇超声 45 min 提取的样品溶液, 色谱峰数多, 峰面积大。

3.3 结论

本实验采用 HPLC-PDA 法, 建立了桃儿七药材的指纹图谱, 确定了桃儿七指纹图谱中的 17 个共有峰, 并对部分共有峰进行定性分析, 其中 3、7、9、10、11、13、14、15 号峰分别是苦鬼白毒素葡萄糖二苷、山柰酚葡萄糖苷、4'-去甲基鬼白毒素、鬼白毒素葡萄糖苷、槲皮素、鬼白毒素、鬼白毒酮、山柰酚。

桃儿七指纹图谱共有峰的保留时间差别较小, 但峰面积差异较大, 说明不同产地的同一化学成分的量有差别。采用相似度软件对来自不同产地的药材进行比较分析, 得出 19 批桃儿七药材指纹图谱与共有模式比较的相似度为 0.925~0.996, 除 S6、S9、S15 号样品外, 其余 16 批不同产地的桃儿七样品与对照指纹图谱的相似度值均大于 0.95, 表明不同产地的桃儿七质量相对稳定, 没有显著差异。本实验中峰面积 RSD 较大, 但相似度较高, 分析原因可能是鬼白毒素峰面积过大, 从而导致相似度较高。

参考文献

- [1] 宋小妹, 刘海静. 太白七药研究与应用 [M]. 北京: 人民卫生出版社, 2011.
- [2] 毕江涛, 何 萍, 吕 雯, 等. 桃儿七内生真菌分离及其抑菌活性初步研究 [J]. 中草药, 2013, 44(12): 1667-1672.
- [3] 孙彦君, 周 巍, 陈 虹, 等. 桃儿七中酚类成分研究 [J]. 中草药, 2012, 43(2): 226-229.
- [4] 孙彦君, 李占林, 陈 虹, 等. 桃儿七化学成分研究 [J]. 中药材, 2012, 35(10): 1607-1609.
- [5] 郭生虎, 朱永兴, 关雅静. 濒危中药材桃儿七的研究进展 [J]. 宁夏农林科技, 2015, 56(11): 77-79.
- [6] 刘海军, 徐 艳, 苏国庆, 等. 桃儿七的研究进展 [J]. 中草药, 2004, 35(1): 98-100.
- [7] 熊文勇, 魏朔南, 岳 明. 桃儿七 HPLC 指纹图谱研究 [J]. 中成药, 2010, 32(11): 1850-1854.
- [8] 袁菊丽. 太白七药桃儿七研究进展 [J]. 辽宁中医药大学学报, 2011, 13(5): 95-97.
- [9] 陈 燕, 德 吉, 刘云华, 等. 藏药材桃儿七果实 HPLC 指纹图谱的研究 [J]. 中成药, 2010, 32(5): 708-711.
- [10] 邹妍琳, 王佩龙, 刘 爽, 等. 桃儿七根茎 HPLC 指纹图谱研究 [J]. 药物分析杂志, 2014, 34(5): 912-917.