

凉粉草的特征指纹图谱研究

丁 婕¹, 黄 松^{1,2*}, 张柏明¹, 吕渭彰¹, 赖小平^{1,2}

1. 广州中医药大学 新药开发研究中心, 广东 广州 510006

2. 东莞广州中医药大学中医药数理工程研究院, 广东 东莞 523808

摘 要: 目的 建立凉粉草特征指纹图谱, 为凉粉草的质量控制提供依据。方法 采用 HPLC 法测定, 色谱柱为 Dikma Diamonsil(2)C₁₈ 柱(250 mm×4.6 mm, 5 μm); 流动相为乙腈-2%甲酸, 梯度洗脱; 检测波长为 320 nm; 体积流量为 0.8 mL/min; 柱温为 25 ℃。结果 建立了凉粉草的特征指纹图谱, 34 批次凉粉草确定 10 个共有峰。结论 该法准确可靠, 重复性好, 为凉粉草质量控制提供了依据。

关键词: 凉粉草; 特征指纹图谱; 质量控制; 聚类分析; HPLC

中图分类号: R286.022 文献标志码: A 文章编号: 0253-2670(2012)11-2284-05

Study on characteristic fingerprint of *Mesona chinensis*

DING Jie¹, HUANG Song^{1,2}, ZHANG Bo-ming¹, LV Wei-zhang¹, LAI Xiao-ping^{1,2}

1. Center of New drug R&D, Guangzhou University of Chinese Medicine, Guangzhou 510006, China

2. Institution for Mathematics and Theoretics Engineering Research, Guangzhou University of Chinese Medicine, Dongguan 523808, China

Key words: *Mesona chinensis* Benth.; characteristic fingerprint; quality control; clustering analysis; HPLC

凉粉草 *Mesona chinensis* Benth., 又名仙人草、仙人冻、仙草、薪草等, 为唇形科一年生草本植物, 是一种重要的药食两用的植物资源^[1]。据《本草求真》记载, 仙草有“清暑热、解脏腑结热毒、治酒风”的功效,《岭南采药录》中记载, 仙草可治花柳毒入骨。中医认为, 仙草性凉寒, 味甘淡涩, 嚼之有胶性, 具有清热利湿、凉血解暑、解渴利水和除热毒之功效^[2]。

文献报道凉粉草中主要含有黄酮类、酚类、萜类、鞣质、氨基酸及多糖等成分^[3-4]。目前为止, 尚无凉粉草的质量控制研究。因此, 为全面评价凉粉草质量, 本实验进行了系统的指纹图谱方法学研究, 建立凉粉草特征指纹图谱分析方法, 为凉粉草的质量评价提供参考依据, 也为后期的凉粉草的开发利用奠定基础。

1 材料

超纯水机(重庆利迪现代水技术设备有限公

司), KQ—250B 型超声波清洗器(昆山市超声仪器有限公司), 电热恒温水浴锅 DK9811A, FEJ—200 电子称, 万分之一电子天平(Sartorius BP110s, 德国 sartorius 公司), 十万分之一电子天平(Sartorius CP225D, 德国 sartorius 公司), 戴安 P580 高效液相色谱仪: P580 Pump、ASI-100 Automated Sample Injector、PDA-100 Photodiode Array Detector)、Chromeleon 色谱工作站, Dikma Diamonsil C₁₈(2) 柱。

34 批次凉粉草(表 1)由广州中医药大学中药资源中心提供, 经广州中医药大学新药开发研究中心陈建南研究员鉴定为凉粉草 *Mesona chinensis* Benth. 的干燥全草, 标本存放于广州中医药大学新药开发研究中心。咖啡酸对照品由中国药品生物制品检定所提供, 批号 110885-200102。乙腈为色谱纯, 其他试剂均为分析纯。

收稿日期: 2012-02-01

基金项目: 国家自然科学基金重点资助项目(U0732004); 广东省科技厅中药现代化专项(K5080016)

作者简介: 丁 婕, 女, 在读博士, 从事新药研究开发。E-mail: dingjie135@163.com

*通讯作者 黄 松 Tel: (020)32503212 E-mail: hsl318@yahoo.com.cn

网络出版时间: 2012-10-19 网络出版地址: <http://www.cnki.net/kcms/detail/12.1108.R.20121019.1043.011.html>

表1 凉粉草的来源

Table 1 Resources of *M. chinensis*

编号	产地	编号	产地
S1	越南-1	S18	福建武平当地-3
S2	越南-2	S19	福建武平当地-4
S3	广西灵山	S20	福建武平露丰1号
S4	台湾关西-1	S21	福建武平露丰下坎1号
S5	台湾关西-2	S22	福建永定新南
S6	广东新田上村	S23	福建永安-1
S7	广东新田山上	S24	福建永安-2
S8	广东凤凰山	S25	广东省平远基地
S9	广东增城	S26	广东省平远基地
S10	广东平远(采)	S27	广东省揭阳市
S11	广东阳春	S28	广东省揭阳市
S12	广东朝阳	S29	广东省(市售)
S13	朝阳-印尼杂交	S30	广东省平远县长田镇
S14	印尼	S31	广东省平远县仁居镇
S15	福建武平当地	S32	广东省平远县八尺镇
S16	福建武平当地-1	S33	广东省平远县差干镇
S17	福建武平当地-2	S34	广东省平远县上举镇

2 方法与结果

2.1 色谱条件

采用 Dikma Diamonsil C₁₈ (2) 柱 (250 mm×4.6 mm, 5 μm); 体积流量为 0.8 mL/min, 柱温为 25 °C, 检测波长为 320 nm, 进样量 20 μL, 流动相为乙腈 (A) -2.0%甲酸水 (B) 溶液。梯度洗脱, 0~18 min, 10%~16.5% A; 18~25 min, 16.5% A; 25~60 min, 16.5%~24% A; 60~65 min, 24%~34% A; 65~80 min, 34%~45% A; 80~90 min, 45%~60% A; 90~95 min, 60%~10% A。

2.2 对照品溶液的制备

精密称取咖啡酸对照品适量, 加甲醇制成咖啡酸为 56 μg/L 的对照品溶液。

2.3 供试品溶液的制备

准确称取凉粉草粗粉 1.0 g, 置具塞锥形瓶中, 加入 50%乙醇 50 mL, 密塞, 称定质量, 于 100 °C 水浴中回流 1 h, 放冷, 再称定质量, 用 50%乙醇补足减失的质量, 摇匀, 滤过, 取续滤液适量, 以 0.22 μm 微孔滤膜滤过, 即得。

2.4 方法学考察

2.4.1 精密度试验 取 S25 样品, 连续进样 6 次, 记录色谱图, 以咖啡酸峰 (1 号峰) 作为参照物, 指纹图谱中各特征峰的相对保留时间和相对峰面积的 RSD 分别在 0.47%~0.96% 和 0.97%~2.80%, 均小于 3%。

2.4.2 稳定性试验 取 S25 样品, 制备供试品溶液, 分别在 0、2、4、8、24、48 h 进样, 记录色谱图, 以咖啡酸峰 (1 号峰) 作为参照物, 指纹图谱中各特征峰的相对保留时间和相对峰面积的 RSD 分别在 0.50%~1.62% 和 2.34%~4.54%, 表明供试品溶液在 48 h 内基本稳定。

2.4.3 重复性试验 取 S25 样品 6 份, 以优选的提取方法、流动相及梯度进行洗脱, 进样并记录色谱图, 各特征峰相对于咖啡酸峰 (1 号峰) 的相对保留时间和相对峰面积的 RSD 分别在 0.31%~0.71% 和 1.94%~4.96%, 均小于 5%, 符合指纹图谱的要求。

2.5 对照指纹图谱的建立及共有峰的确定

分别制备 34 批样品的供试品溶液, 按以上色谱条件测定。采用国家药典委员会中药色谱指纹图谱相似度评价系统软件 (2004A 版), 以中位数生成特征指纹图谱共有模式, 结果见图 1。共确定 10 个共有峰, 不同批次间相同共有峰的紫外光谱一致, 因此, 选择这 10 个特征峰作为指纹图谱共有峰, 从各共有峰的紫外光谱图看出凉粉草中主要含有黄酮类和酚酸类成分。34 批凉粉草的特征指纹图谱重叠图谱见图 2。

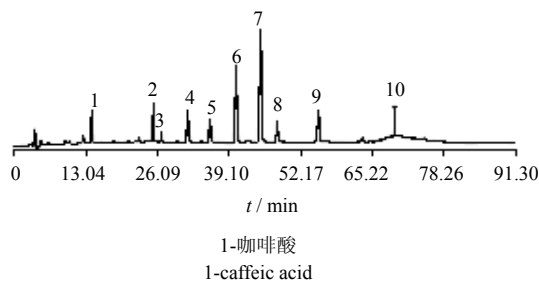


图1 凉粉草特征指纹图谱的共有模式

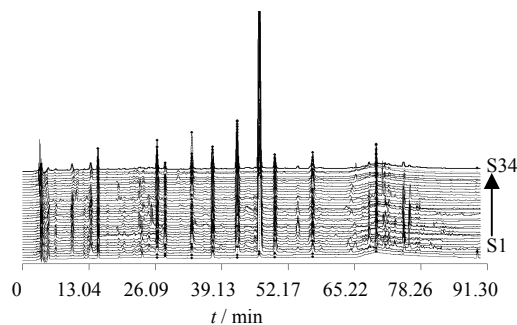
Fig. 1 Common mode of *M. chinensis* characteristic fingerprint

图2 34 批次凉粉草的特征指纹图谱

Fig. 2 Characteristic fingerprint of 34 batches of *M. chinensis*

2.6 共有指纹峰的相对保留时间及相对峰面积

在所建立的色谱条件下,凉粉草各样品的特征峰均有较好的分离,保留时间较为稳定,同时 10 个特征峰均能稳定出现,以咖啡酸(1 号峰)为 S 峰,计算特征峰 2~10 的相对保留时间和相对峰面

积,结果见表 2、3。

2.7 相似度分析

采用国家药典委员会中药色谱指纹图谱相似度评价系统软件,以生成的特征指纹图谱共有模式为对照计算各批次样品的相似度,结果见表 4。

表 2 34 批次凉粉草特征指纹图谱的相对保留时间

Table 2 Relative retention time of 34 batches of *M. chinensis* characteristic fingerprint

批次	相对保留时间									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
S1	1.000 0	1.794 4	1.898 9	2.255 3	2.547 9	2.884 9	3.195 7	3.410 6	3.941 6	4.881 4
S2	1.000 0	1.789 1	1.891 9	2.242 4	2.531 0	2.837 6	3.174 1	3.387 3	3.921 7	4.875 6
S3	1.000 0	1.786 2	1.888 3	2.247 6	2.526 8	2.856 2	3.148 3	3.359 8	3.860 1	4.723 6
S4	1.000 0	1.791 2	1.895 3	2.251 6	2.533 3	2.862 3	3.162 5	3.384 0	3.904 6	4.839 2
S5	1.000 0	1.815 6	1.884 2	2.274 6	2.519 5	2.852 8	3.153 0	3.371 7	3.894 1	4.860 4
S6	1.000 0	1.801 0	1.905 0	2.265 7	2.544 4	2.873 9	3.167 9	3.385 0	3.892 0	4.743 9
S7	1.000 0	1.793 1	1.900 1	2.260 4	2.549 7	2.883 6	3.189 3	3.416 2	3.954 7	4.905 3
S8	1.000 0	1.795 3	1.898 8	2.263 0	2.541 5	2.877 1	3.169 2	3.388 2	3.901 7	4.787 3
S9	1.000 0	1.791 3	1.890 4	2.253 6	2.537 6	2.870 0	3.173 8	3.397 1	3.921 3	4.769 7
S10	1.000 0	1.789 9	1.892 9	2.238 6	2.525 6	2.852 7	3.149 6	3.365 0	3.880 7	4.858 6
S11	1.000 0	1.769 3	1.873 5	2.225 7	2.499 2	2.814 2	3.102 1	3.301 2	3.791 5	4.560 2
S12	1.000 0	1.760 0	1.862 2	2.206 7	2.476 3	2.790 6	3.074 8	3.275 0	3.756 7	4.462 3
S13	1.000 0	1.795 5	1.895 1	2.252 0	2.533 0	2.858 1	3.153 0	3.361 0	3.868 5	4.706 3
S14	1.000 0	1.754 0	1.857 9	2.207 8	2.480 1	2.790 6	3.079 1	3.272 3	3.749 7	4.459 6
S15	1.000 0	1.791 3	1.895 7	2.238 2	2.530 8	2.857 7	3.173 1	3.396 3	3.933 7	5.000 0
S16	1.000 0	1.791 3	1.895 7	2.253 7	2.534 8	2.866 6	3.161 9	3.377 4	3.887 7	4.774 8
S17	1.000 0	1.696 2	1.908 0	2.270 7	2.557 6	2.899 9	3.193 8	3.418 5	3.948 2	4.873 1
S18	1.000 0	1.785 1	1.888 5	2.240 3	2.524 6	2.855 0	3.155 4	3.374 9	3.890 8	4.822 6
S19	1.000 0	1.796 1	1.902 5	2.263 4	2.558 9	2.903 1	3.215 2	3.454 2	4.004 2	4.976 2
S20	1.000 0	1.798 6	1.901 7	2.249 1	2.538 0	2.863 7	3.176 1	3.402 3	3.939 7	5.004 8
S21	1.000 0	1.784 9	1.889 6	2.244 5	2.526 9	2.855 7	3.152 8	3.363 9	3.877 8	4.748 7
S22	1.000 0	1.787 4	1.891 5	2.253 7	2.529 2	2.861 6	3.151 3	3.362 2	3.866 1	4.716 5
S23	1.000 0	1.764 7	1.867 5	2.218 5	2.492 2	2.810 7	3.097 9	3.299 6	3.784 2	4.483 0
S24	1.000 0	1.773 4	1.877 3	2.222 0	2.501 4	2.820 6	3.120 4	3.327 7	3.802 4	4.748 4
S25	1.000 0	1.765 7	1.870 9	2.214 2	2.487 5	2.804 7	3.096 8	3.294 4	3.771 8	4.647 2
S26	1.000 0	1.775 2	1.879 8	2.229 2	2.499 4	2.817 3	3.103 5	3.303 4	3.781 3	4.624 6
S27	1.000 0	1.757 6	1.861 1	2.208 1	2.476 6	2.796 3	3.081 7	3.280 5	3.754 4	4.556 6
S28	1.000 0	1.772 1	1.879 2	2.235 0	2.506 9	2.827 0	3.109 3	3.304 2	3.772 1	4.582 6
S29	1.000 0	1.779 3	1.883 8	2.229 7	2.491 2	2.817 0	3.087 0	3.278 0	3.734 7	4.459 9
S30	1.000 0	1.778 8	1.882 2	2.232 9	2.496 6	2.818 0	3.092 8	3.284 9	3.746 4	4.462 1
S31	1.000 0	1.771 2	1.875 9	2.220 9	2.477 0	2.797 4	3.061 3	3.249 7	3.716 8	4.412 0
S32	1.000 0	1.782 1	1.887 4	2.232 5	2.488 5	2.804 5	3.069 9	3.258 1	3.711 7	4.393 6
S33	1.000 0	1.772 9	1.877 6	2.220 3	2.479 2	2.797 9	3.060 4	3.255 7	3.713 0	4.389 1
S34	1.000 0	1.777 8	1.886 3	2.231 1	2.484 1	2.801 8	3.064 2	3.252 5	3.701 6	4.389 1
平均值	1.000 0	1.780 2	1.886 4	2.239 8	2.515 5	2.840 6	3.132 9	3.341 6	3.840 5	4.691 1
RSD / %	0.00	1.13	0.68	0.83	1.04	1.18	1.45	1.74	2.25	4.08

表 3 34 批次凉粉草特征指纹图谱的相对峰面积

Table 3 Relative peak area of 34 batches of *M. chinensis* characteristic fingerprint

批次	相对峰面积									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
S1	1.000 0	0.017 1	0.314 4	0.001 5	1.257 7	0.089 8	0.752 0	0.063 8	0.120 7	0.136 3
S2	1.000 0	0.055 1	0.234 5	0.064 6	1.393 0	0.032 7	0.793 9	0.313 8	0.167 6	0.332 7
S3	1.000 0	1.059 5	0.233 3	0.250 2	1.788 7	4.833 3	17.002 0	0.739 0	0.864 3	0.628 0
S4	1.000 0	0.332 7	0.413 0	0.324 4	1.633 0	1.677 1	27.682 4	2.962 9	0.677 0	0.408 2
S5	1.000 0	0.020 1	0.087 6	0.049 5	0.247 6	0.011 8	12.820 2	1.360 4	0.145 1	0.240 8
S6	1.000 0	1.654 5	1.466 5	1.783 1	5.877 5	6.154 1	25.405 9	0.702 6	1.904 3	0.8597
S7	1.000 0	3.426 1	0.805 0	1.171 6	3.179 4	5.129 7	23.640 0	1.061 6	1.341 4	0.794 8
S8	1.000 0	2.604 3	0.884 5	1.928 9	3.618 1	3.614 6	35.523 2	0.717 7	1.193 5	0.959 2
S9	1.000 0	1.348 0	0.401 7	0.799 0	0.801 9	5.244 4	26.432 5	1.260 0	1.049 8	0.797 9
S10	1.000 0	1.141 7	1.043 2	1.421 6	4.907 0	5.954 5	25.378 5	0.484 5	1.695 9	0.867 5
S11	1.000 0	0.599 2	0.057 6	0.496 0	0.631 8	2.144 9	20.311 9	0.708 7	0.636 8	0.300 8
S12	1.000 0	1.113 8	0.252 7	0.637 5	1.372 4	3.371 9	25.414 3	0.958 8	0.767 8	0.494 5
S13	1.000 0	1.254 3	0.628 0	0.655 4	0.139 8	4.390 3	22.343 3	1.847 6	0.283 8	4.207 5
S14	1.000 0	1.434 6	0.498 0	0.365 0	0.213 8	5.385 1	22.678 1	1.758 4	0.359 2	4.109 5
S15	1.000 0	1.425 5	0.440 5	0.342 6	2.587 9	6.180 3	23.657 7	0.753 8	1.787 5	0.731 9
S16	1.000 0	1.942 4	0.532 3	0.526 3	2.931 5	8.247 0	23.541 6	1.082 1	1.983 9	0.995 5
S17	1.000 0	0.369 1	0.590 8	0.749 7	1.548 6	0.037 5	33.681 0	2.549 7	1.024 2	0.279 6
S18	1.000 0	0.743 2	0.286 3	0.238 4	1.885 6	3.445 3	17.432 0	0.465 4	0.826 0	0.557 3
S19	1.000 0	0.812 9	0.203 6	0.120 0	0.662 9	1.953 8	22.942 9	0.518 3	0.460 6	0.114 5
S20	1.000 0	1.238 9	0.356 6	0.584 4	1.896 6	5.043 1	19.846 1	0.813 5	1.034 9	0.555 9
S21	1.000 0	1.670 5	0.279 7	0.082 8	1.312 1	7.308 8	22.459 7	0.798 5	1.480 3	0.977 1
S22	1.000 0	1.609 3	0.332 8	0.260 0	2.031 6	6.710 8	17.637 0	1.028 8	1.058 5	0.696 7
S23	1.000 0	3.805 7	0.599 8	2.394 7	3.608 3	5.635 9	29.651 0	1.013 3	1.537 2	1.000 2
S24	1.000 0	2.406 3	0.249 1	0.253 9	0.999 2	3.593 8	18.729 6	0.624 5	0.887 6	0.696 8
S25	1.000 0	1.269 5	0.273 3	1.270 9	0.899 2	3.033 5	4.157 7	0.856 5	1.341 6	0.482 4
S26	1.000 0	1.333 5	0.322 3	1.283 9	0.868 3	3.094 8	4.271 5	0.862 5	1.375 1	0.491 3
S27	1.000 0	2.167 4	0.360 4	0.731 9	1.089 4	4.103 9	3.215 5	0.916 9	1.376 6	0.310 3
S28	1.000 0	2.195 6	0.455 5	0.711 6	1.103 1	4.125 7	3.179 0	0.920 5	1.373 1	0.315 6
S29	1.000 0	3.426 7	0.317 5	2.054 4	1.532 1	5.514 1	2.279 0	1.887 4	2.194 3	1.201 6
S30	1.000 0	6.989 5	1.300 5	5.653 2	1.455 0	13.341 8	10.839 9	6.260 9	3.292 8	2.727 7
S31	1.000 0	1.677 5	0.188 8	3.423 9	0.775 7	4.737 0	10.454 5	1.760 7	3.119 0	0.655 5
S32	1.000 0	1.318 8	0.675 0	1.700 6	1.962 1	2.379 2	3.048 8	1.427 8	1.776 5	0.650 5
S33	1.000 0	4.964 2	1.296 8	7.137 2	1.885 6	8.855 2	13.614 4	3.323 5	4.259 6	1.821 0
S34	1.000 0	1.385 7	0.707 0	0.533 1	2.678 0	2.545 7	3.431 9	1.105 8	1.180 9	0.590 2
平均值	1.000 0	1.729 8	0.502 6	1.176 5	1.787 5	4.350 6	16.889 7	1.291 5	1.311 1	0.911 4
RSD / %	0.00	83.03	69.33	131.36	71.82	63.47	60.23	87.65	69.01	105.21

2.8 聚类分析

以各样品共有峰的相对峰面积为变量, 利用 SPSS17.0 聚类分析法, 采用离差平方和法, 利用欧氏距离作为样品的测度, 对这 34 批样品进行分类, 结果见图 3。第一类包括 1、2 号样品, 产地为越南; 25~29、32、34 号样品, 产地为广东; 第二类包括 4、6~17、19、21、23 号样品, 产地主要是广东、福建、台湾和印尼; 第三类包括 3、5、18、20、22、24 号样品, 产地主要是广西和

福建, 30、31、33 号样品, 即产地为广东的样品由于加工方法不同被混入此类。

3 讨论

本实验考察不同高效液相柱 Agela Bonchrom C₁₈ 柱、Phenomenex Luna 柱、Phenomenex Synergi 柱、Dikma PlatisilTM ODS 柱、Dikma Diamonsil C₁₈ (2) 柱、Kromasil 100-5 C₁₈ 柱的分离效果, 最终确定采用 Dikma Diamonsil C₁₈ (2) 柱进行试验。

文献报道凉粉草的提取溶剂为水和不同体积分

表 4 不同批次凉粉草特征指纹图谱的相似度

Table 4 Similarity of 34 batches of *M. chinensis* characteristic fingerprint

编号	相似度	编号	相似度	编号	相似度	编号	相似度
S1	0.464	S10	0.990	S19	0.992	S28	0.702
S2	0.485	S11	0.994	S20	0.998	S29	0.490
S3	0.995	S12	0.997	S21	0.992	S30	0.710
S4	0.986	S13	0.986	S22	0.984	S31	0.918
S5	0.975	S14	0.987	S23	0.995	S32	0.709
S6	0.984	S15	0.996	S24	0.998	S33	0.828
S7	0.994	S16	0.988	S25	0.859	S34	0.756
S8	0.994	S17	0.979	S26	0.851		
S9	0.999	S18	0.998	S27	0.705		

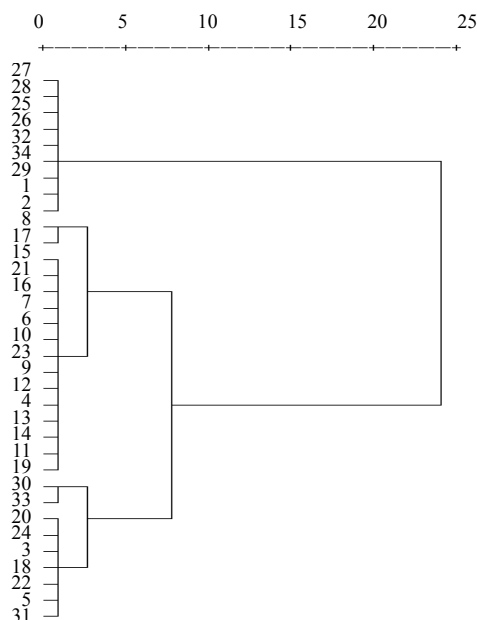


图 3 34 批凉粉草指纹图谱聚类分析

Fig. 3 Cluster analysis of 34 batches of *M. chinensis* fingerprint

数的醇, 提取方法有回流提取或超声处理等。本实验考察了甲醇和 50%乙醇的提取效果, 结果表明回流提取的效率明显高于超声提取, 而且 50%乙醇提取液较甲醇提取液的色素量低, 所得到的色谱图出峰数较多, 色谱峰分离度好, 各峰峰面积值较大。最终确定样品供试液为 50%乙醇回流提取液, 该供试液色素干扰低, 出峰完全, 分离度良好。

考察不同流动相, 不同酸包括磷酸、甲酸、醋酸以及不同浓度对色谱峰分离度的影响。流动相若选用乙腈-醋酸系统, 凉粉草各化学成分无法得到分

离, 因此加入醋酸的流动相系统是不可行的; 流动相若选用乙腈-甲酸系统, 随着甲酸浓度的增加, 2~7 号峰之间各峰的分离度及出峰时间都有了较好的改善, 特别是 2 和 3 号峰由原来的肩峰基本达到了基线分离, 6 和 7 号峰的分离度也明显改善, 而这是乙腈-磷酸系统无法做到的, 而且用磷酸作为流动相, 在冲洗液相柱时必须用高浓度水长时间冲洗, 以防磷酸在液相柱中析晶而阻塞液相柱, 但是甲酸就可以避免这种情况出现, 综合各方面考虑, 流动相用甲醇-2.0%甲酸系统。

考察不同体积流量 (0.2、0.4、0.6、0.8、1.0、1.2 mL/min) 对色谱峰分离度的影响。随着体积分流量的增大, 柱压不断上升, 同时出峰时间提前, 当体积流量上升至 0.8 mL/min, 所有峰都已基本达到基线分离, 可是随着体积分流量的增加, 柱压也随之增大, 考虑到柱压的问题, 故选择体积分流量为 0.8 mL/min。

考察不同柱温 (15、20、25、30、35、40 °C) 对色谱峰分离度的影响。随着柱温的增加, 凉粉草样品各峰的分离度也越来越好, 同时各峰的出峰时间也提前, 当柱温达到 25 °C 以上, 各色谱峰的分离度与 25 °C 时相差无几, 故选择柱温条件为 25 °C。

目前, 针对凉粉草的质量控制研究尚未见报道, 而在化学成分还不清楚的情况下, 建立凉粉草的特征指纹图谱, 指导凉粉草的药材质量控制具有重要的意义。本实验通过各因素的考察, 建立了凉粉草特征指纹图谱, 并运用聚类分析将 34 批次的样品划分成 3 类, 其中 10 个特征峰稳定出现。此外, 由共有峰的紫外光谱可以看出, 凉粉草中主要含有酚酸类和黄酮类两大类成分。该法准确可靠, 重复性好, 为凉粉草质量控制提供了依据。

参考文献

- [1] 江苏新医学院. 中药大辞典 [M]. 上海: 上海人民出版社, 1977.
- [2] 谌国莲, 孙远明, 黄晓钰, 等. 中国凉粉草资源的研究与利用 [J]. 农牧产品开发, 2000, 7(5): 6-8.
- [3] 刘素莲. 凉粉草化学成分的初步研究 [J]. 中药材, 1995, 18(5): 247.
- [4] 秦立红, 郭晓宇. 凉粉草中抗缺氧化学成分 [J]. 沈阳药科大学学报, 2006, 23(10): 633-636.