

苗药虎耳草的 HPLC 指纹图谱及 5 种成分的测定研究

熊丹丹^{1,4}, 张 宝^{1,3}, 姚成芬^{2,3}, 巩仔鹏², 马 雪¹, 陈思颖², 孙 佳², 代洪浩^{1,3}, 李勇军^{1*}

1. 民族药与中药开发应用教育部工程研究中心/国家苗药工程技术研究中心, 贵州 贵阳 550004

2. 贵州省药物制剂重点实验室, 贵州 贵阳 550004

3. 贵州医科大学药学院, 贵州 贵阳 550004

4. 贵州医科大学医药卫生管理学院, 贵州 贵阳 550004

摘要: 目的 建立苗药虎耳草药材的 HPLC 指纹图谱及 5 种成分定量测定方法, 为虎耳草质量控制提供参考。方法 采用 Agilent Eclipse XDB-C₁₈ (150 mm×4.6 mm, 5 μm) 色谱柱, 以乙腈 (A)-0.1% 磷酸水溶液 (B) 为流动相, 进行梯度洗脱; 体积流量 1.0 mL/min, 检测波长 254 nm, 柱温 35 ℃。对 21 批不同产地的虎耳草建立 HPLC 指纹图谱, 采用国家药典委员会“中药色谱指纹图谱相似度评价系统 (2004A)”对结果进行分析处理, 并选取主要成分建立多指标测定方法。结果 指纹图谱研究所建立的方法结果良好。21 批不同产地虎耳草的 HPLC 指纹图谱中, 确定 11 个共有峰, 并指认了其中 5 个色谱峰, 分别是原儿茶酸、没食子酸、岩白菜素、槲皮素-5-O-β-D-葡萄糖苷和槲皮苷, 21 批虎耳草药材与对照药材的相似度差异较大。将 5 个指认成分作为主成分建立多指标测定方法, 其线性关系良好, 范围分别为 0.052 8~0.844 8、0.020 96~0.335 36、0.241 6~3.865 6、0.130 8~2.092 8 和 0.023 68~0.378 88 μg; 5 种成分的回收率分别为 96.64%、100.72%、96.62%、103.71%、96.75%, RSD 均小于 2%。21 批药材中 5 种成分的质量分数分别在 0.07~0.40、0.19~4.36、1.42~5.98、0.42~6.86、0.11~1.51 mg/g。结论 所建立的方法简便可靠、耐用性好, 可作为虎耳草药材质量控制方法。

关键词: 虎耳草; HPLC; 指纹图谱; 原儿茶酸; 没食子酸; 岩白菜素; 槲皮素-5-O-β-D-葡萄糖苷; 槲皮苷

中图分类号: R286.2 **文献标志码:** A **文章编号:** 0253-2670(2017)22-4772-06

DOI: 10.7501/j.issn.0253-2670.2017.22.028

Study on fingerprint of *Saxifraga stolonifera* herbs and determination of five components by HPLC

XIONG Dan-dan^{1,4}, ZHANG Bao^{1,3}, YAO Cheng-fen^{1,3}, GONG Zi-peng², MA Xue¹, CHEN Si-ying², SUN Jia², DAI Hong-hao^{1,3}, LI Yong-jun¹

1. Engineering Research Center for the Development and Application of Ethnic Medicine and TCM, Ministry of Education/National Engineering Research Center of Miao's Medicines, Guiyang 550004, China

2. Guizhou Provincial Key Laboratory of Pharmaceutics, Guizhou Medical University, Guiyang 550004, China

3. School of Pharmacy, Guizhou Medical University, Guiyang 550004, China

4. School of Medical and Health Management, Guizhou Medical University, Guiyang 550004, China

Abstract: Objective To establish a method to research the fingerprint and determine the ingredients of *Saxifraga stolonifera* by HPLC, which aimed at providing reference for the quality control of *Saxifraga stolonifera*. **Methods** Agilent Eclipse XDB-C₁₈ (150 mm×4.6 mm, 5 μm) column was used as the stationary phase, and the mobile phase consisted of acetonitrile (A)-0.1% phosphoric acid with gradient elution at the flow rate of 1.0 mL/min. The detection wavelength was 254 nm, and the column temperature was maintained at 35 ℃. The result would be analyzed by *SOP of Similarity evaluation system for chromatographic fingerprint of TCM*. **Results** The results obtained by the method of fingerprint analysis are good. In the fingerprints, 11 peaks were selected as the common peaks to evaluate the similarities among 21 batches of *S. stolonifera* collected from different regions, and five contents of them were indentified as protocatechuic acid, gallic acid, bergenin, quercetin-5-O-β-D-glucoside, and quercitrin. The similarities between standard herb and each determined herb showed a lot of differences from others. The determination method showed that there were

收稿日期: 2017-05-03

基金项目: 贵州省优秀项目 (201511); 贵州省教育厅项目 (201304, ZYRC2014012); 贵州省科技厅平台人才项目 (20165613, 5677)

作者简介: 熊丹丹, 在读研究生, 研究方向为中药药效物质基础及质量控制研究。Tel: 18798032420 E-mail: 1208837813@qq.com

*通信作者 李勇军, 教授, 硕士生导师, 研究方向为中药药效物质基础及质量控制研究。Tel: (0851)86908468 E-mail: liyongjun026@126.com

good linear relationships of five figured contents in the range of 0.052 8—0.844 8, 0.020 96—0.335 36, 0.241 6—3.865 6, 0.130 8—2.092 8, and 0.023 68—0.378 88 μg . Moreover, the recoveries rates of five figured contents are 96.64%, 100.72%, 96.62%, 103.71%, 96.75%, and all RSDs were lower than 2%. The contents of 5 components in the gathered herbs were determined by external standard method in the range of 0.07—0.40, 0.19—4.36, 1.42—5.98, 0.42—6.86, and 0.11—1.51 mg/g. **Conclusion** The method established in this study is simple, reliable and durable, which can provide a scientific basis for the quality control of *S. stolonifera*.

Key words: *Saxifraga stolonifera* Meerb.; HPLC; fingerprint; protocatechuic acid; gallic acid; bergenin; quercetin-5-*O*- β -D-glucoside; quercitrin

虎耳草 *Saxifraga stolonifera* Meerb. 为虎耳草科 Saxifragaceade 虎耳草属的全草，是贵州特色苗药，收载于《中国药典》^[1]和《贵州省中药材、民族药材质量标准》^[2]。虎耳草中含有岩白菜素、原儿茶酸、没食子酸等多种有效成分^[3]，其中岩白菜素具有镇咳祛痰作用，已从药用植物中提取出来应用于临床^[4]，岩白菜素具有显著的镇咳、镇痛、抗炎、增强免疫、保护肾脏、抗糖尿病、抗 HIV、抗凝血等活性^[5]。虎耳草以全草入药，应用广泛，具有疏风解热、除湿通络、消积止痛、凉血解毒、抑菌消炎的功效，除了具有上述功效外，还具有很好的抗前列腺癌作用^[6]，临床上用于治疗风疹、湿疹、中耳炎、痔疮等疾病^[7-8]。

目前文献只报道过虎耳草中原儿茶酸、岩白菜素、没食子酸、槲皮苷等单一成分的质量控制研究^[9-12]，HPLC 指纹图谱与原儿茶酸、没食子酸、岩白菜素、槲皮素-5-*O*- β -D-葡萄糖苷、槲皮苷 5 种成分同时测定的研究并没有出现^[13]。在前期课题组研究基础上，本实验采用高效液相色谱多指标成分定量分析方法，在同一色谱条件下同时测定虎耳草药材中量相对较高的原儿茶酸、没食子酸、岩白菜素、槲皮素-5-*O*- β -D-葡萄糖苷、槲皮苷 5 个成分的量，并对收集于不同产地的 21 批虎耳草药材进行指纹图谱进行研究。采用“中药色谱指纹图谱相似度评价系统”进行分析处理，为全面控制虎耳草药材的质量提供科学、完善的方法。

1 仪器与材料

岛津 UFLC 系统，包括 CBM-20A lite 系统控制器，二元梯度溶剂输送泵，SPD-20A 紫外-可见光检测，SIL-20A 自动进样器，CTO-10ASvp 柱温箱；Agilent 1100 高效液相色谱仪系列(美国安捷伦科技公司，包括四元梯度泵、真空脱气机、自动进样器、柱温箱、二极管阵列检测器、Chemstation 工作站)；水为超纯水(四川沃特尔科技发展有限公司)；METTLER AE240 电子天平(梅特勒-托利多仪器[上海]有限公司)；高效液相色谱用甲醇和乙腈为

色谱纯(天津市科密欧化学试剂有限公司)，磷酸为优级纯，乙醇等试剂均为分析纯(国药集团化学试剂有限公司)；其余化学试剂均为分析纯。

虎耳草药材 21 批样品分别采自不同地区，经贵州医科大学药学教研室龙庆德副教授鉴定，为虎耳草科虎耳草 *Saxifraga stolonifera* Meerb. 的干燥全草，样本存放于贵州医科大学贵州省药物制剂重点实验室，样品信息如表 1 所示。

表 1 虎耳草样品来源
Table 1 Origins of *S. stolonifera*

样品	来源	样品	来源
S1	贵阳市郊区	S12	贵州乌当
S2	贵州凯里	S13	贵州水城
S3	贵州龙里	S14	贵州都匀
S4	贵州遵义	S15	贵州巴乡
S5	贵州都匀	S16	重庆
S6	贵州水城	S17	贵州安顺
S7	贵州青岩	S18	贵州贵阳
S8	贵州高坡	S19	贵州六盘水
S9	贵州铜仁	S20	贵州凯里
S10	贵州安顺	S21	贵州水城
S11	贵阳清镇		

对照品岩白菜素、槲皮素-5-*O*- β -D-葡萄糖苷均为从虎耳草药材中提取分离制备所得，经 HPLC 面积归一化法计算，质量分数均大于 98.0%；没食子酸(批号 110831-200803)、原儿茶酸(批号 110809-200604)、槲皮苷(批号 111538-200403)均由中国食品药品检定研究院所提供，质量分数均大于 98.0%。

2 方法与结果

2.1 指纹图谱色谱条件

采用 Agilent Eclipse XDB-C₁₈ 色谱柱(150 mm×4.6 mm, 5 μm)；流动相为乙腈(A)-0.1%磷酸水溶液(B)，体积流量 1.0 mL/min，柱温 35 $^{\circ}\text{C}$ ，进样量 5 μL ，梯度洗脱：0~25 min，2%~25% A；25~32.5 min，25%~37.5% A；32.5~35 min，

37.5%~100% A; 检测波长 254 nm。

2.2 溶液制备

2.2.1 对照品溶液制备 分别取原儿茶酸、没食子酸、岩白菜素、槲皮素-5-*O*- β -D-葡萄糖苷、槲皮苷的对照品适量,精密称定,置于量瓶中,加入 70%乙醇制得含原儿茶酸 0.021 0 mg/mL、没食子酸 0.052 8 mg/mL、岩白菜素 0.241 6 mg/mL、槲皮素-5-*O*- β -D-葡萄糖苷 0.130 8 mg/mL、槲皮苷 0.023 7 mg/mL 的混合对照品溶液,即得。

2.2.2 供试品溶液制备 取过 40 目筛的虎耳草药材粉末 1 g,精密称定,置 50 mL 具塞锥形瓶中,精密加入 70%乙醇 25 mL,称定质量,加热回流提取 2 h,放冷再称定质量,用 70%乙醇补足减失的质量,摇匀,取续滤液适量,备用。

2.3 方法学考察

2.3.1 精密度试验 精密称取虎耳草药材供试品(S1)1份,照“2.2.2”项方法制备供试品溶液,精密量取 5 μ L,按“2.1”项色谱条件连续进样 6 次,检测指纹图谱。采用国家药典委员会“中药色谱指纹图谱相似度评价系统(2004A)”进行相似度计算,以第 1 次进样所得色谱图作为参照,其余 5 次进样所得色谱图与之比较,结果显示其相似度均大于 0.985,计算得到各共有峰的相对峰面积的 RSD 均小于 1.5%,表明仪器的精密度良好。

2.3.2 重复性试验 取同一批(S1)虎耳草药材粉末 6 份,分别照“2.2.2”项下方法制备供试品溶液,各精密吸取 5 μ L,测定并记录色谱图。采用国家药典委员会“中药色谱指纹图谱相似度评价系统(2004 年 A 版)”进行相似度计算,以第 1 次进样的样品所得色谱图作为参照,结果显示其相似度均大于 0.993,测得各共有峰相对峰面积的 RSD 分别为 0.18%、0.19%、0.19%、0.22%、1.32%,其结果均小于 1.5%,表明方法重复性较好。

2.3.3 稳定性试验 取同一批号(S1)虎耳草药材供试品 1 份,照“2.2.2”项下方法制备供试品溶液,精密吸取 5 μ L,分别于 0、2、4、8、16、24 h 进样,记录色谱图。采用国家药典委员会“中药色谱指纹图谱相似度评价系统(2004 年 A 版)”进行相似度计算,以第 1 次进样的样品所得色谱图作为参照,其余 5 次进样所得色谱图与之比较,结果显示其相似度均大于 0.980,测得各共有峰相对峰面积的 RSD 分别为 2.86%、1.01%、0.400%、1.63%、0.270%,其结果均小于 3.00%,表明供试品溶液 24 h 内稳定。

2.4 指纹图谱的建立与分析

分别将 21 批虎耳草样品按“2.2.2”项下方法制备供试品溶液,精密量取 5 μ L 进样,记录色谱图。采用“中药色谱指纹图谱相似度评价系统(2004A)”进行数据处理,设定 S1 为参照图谱,将其他样品的色谱峰与参照图谱进行自动匹配,生成虎耳草指纹图谱色谱叠加图,见图 1。

2.4.1 共有峰的标定 根据 21 批虎耳草的指纹图谱检测结果,利用“中药色谱指纹图谱相似度评价系统(2004A)”,在对照图谱上确定了 11 个共有峰,通过对照品试验,考察对照品保留时间,通过 HPLC-DAD 指认了 5 个色谱峰,其中 1 号峰没食子酸、4 号峰原儿茶酸、5 号峰岩白菜素、8 号峰槲皮素-5-*O*- β -D-葡萄糖苷、11 号峰槲皮苷 5 个成分。见图 2。

2.4.2 相似度评价 采用“中药色谱指纹图谱相似度评价系统(2004 年 A 版)”,对 21 批不同产地虎

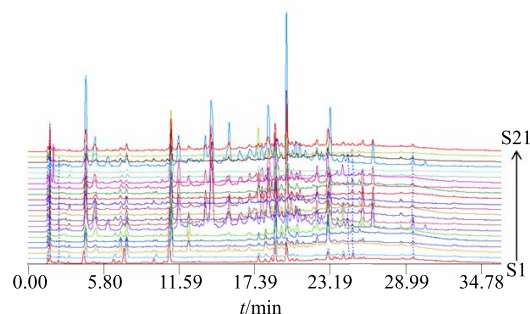
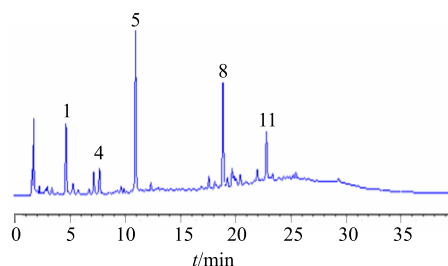


图 1 21 批药材的指纹图谱

Fig. 1 HPLC fingerprint of *S. stolonifera* collected from different area



1-没食子酸 4-原儿茶酸 5-岩白菜素 8-槲皮素-5-*O*- β -D-葡萄糖苷 11-槲皮苷
1-protocatechuic acid 4-gallic acid 5-bergenin 8-Ishi Nasu-5-*O*- β -D-glucoside 11-quercitrin

图 2 虎耳草药材 5 个指标成分的对照色谱图

Fig. 2 Fingerprint of five index components of *S. stolonifera* herbs

耳草药材的指纹图谱检测数据, 进行数据处理, 分析了 21 批虎耳草药材的指纹图谱与对照指纹图谱的相似度, 见表 2。

2.5 有效成分定量测定

2.5.1 色谱条件 同“2.1”项下的色谱条件。

2.5.2 供试品和对照品溶液制备 同“2.2”项下方法制备供试品溶液和对照品溶液。

2.5.3 系统适应性试验 按“2.1”项下色谱条件进行分析, 5 个成分色谱峰之间分离度均大于 1.5; 理论塔板数均在 100 000 以上。对照品溶液和供试品溶液的色谱图见图 3。

表 2 21 批虎耳草指纹图谱与对照指纹图谱的相似度

Table 2 Similarity of 21 batches of *S. stolonifera*

样品	相似度	样品	相似度
对照	1.000	S11	0.442
S1	0.555	S12	0.838
S2	0.841	S13	0.779
S3	0.804	S14	0.671
S4	0.853	S15	0.415
S5	0.728	S16	0.801
S6	0.838	S17	0.453
S7	0.399	S18	0.789
S8	0.472	S19	0.372
S9	0.885	S20	0.882
S10	0.726	S21	0.744

表 3 5 种指标成分的回归方程及线性范围

Table 3 Regression equation and linear rang of five index components

化合物	线性回归方程	<i>r</i>	线性范围/ μg
没食子酸	$Y=1\,708.1\,X+0.523$	0.999 9	0.052 80~0.844 80
原儿茶酸	$Y=3\,310.4\,X-1.235\,4$	0.999 9	0.020 96~0.335 36
岩白菜素	$Y=703.79\,X+6.397\,1$	0.999 9	0.241 60~3.865 60
槲皮素-5- <i>O</i> - β -D-葡萄糖苷	$Y=1\,476\,X-4.243\,0$	0.999 9	0.130 80~2.092 80
槲皮苷	$Y=2\,617.3\,X-0.801\,7$	0.999 9	0.023 68~0.378 88

按照“2.1”项下色谱条件进样 10 μL 进行测定, 计算回收率。结果没食子酸、原儿茶酸、岩白菜素、槲皮素-5-*O*- β -D-葡萄糖苷、槲皮苷 5 种指标成分的平均回收率分别为 96.63%、100.72%、96.62%、103.71%、96.75%, RSD 分别为 2.00%、1.60%、0.76%、0.96%、1.92%。

2.5.6 样品测定 分别称取不同产地的虎耳草药材适量, 按“2.2.2”项下方法制备供试品溶液, 照“2.1”项下色谱条件进样 10 μL , 采用外标法测定并计算其量, 结果见表 4。

对于 21 批不同产地虎耳草测定及指纹图谱研究结果表明, 不同产地虎耳草中均含有各成分, 但

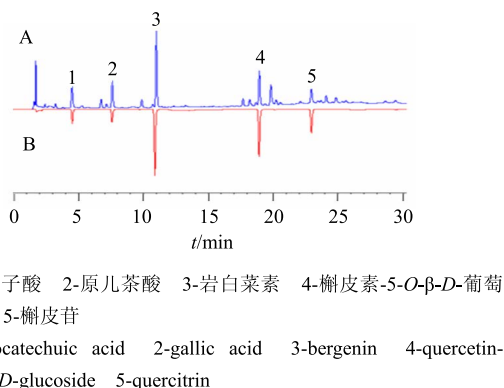


图 3 虎耳草样品 (A) 和混合对照品 (B) 色谱图

Fig. 3 *S. stolonifera* sample (A) and chromatogram of mixed reference standard (B)

2.5.4 线性范围考察 分别精密量取混合对照品溶液 1、2、4、8、16 μL , 按“2.1”项下的色谱条件进样测定, 记录峰面积。以进样量为横坐标 (X), 色谱峰面积为纵坐标 (Y), 绘制标准曲线, 得没食子酸、原儿茶酸、岩白菜素、槲皮素-5-*O*- β -D-葡萄糖苷和槲皮苷 5 种成分回归方程及线性范围, 结果见表 3。

2.5.5 加样回收率试验 精密称取已测定的虎耳草药材粉末 6 份各 0.5 g, 分别精密加入混合对照品溶液 25 mL, 按“2.2.2”项下方法制备供试品溶液,

5 种分量具有较大的差异。从 5 个成分的量均值可以看出, 量最高的为岩白菜素, 其质量分数范围在 1.42~5.98 mg/g, 并且以产地铜仁 (S9)、重庆 (S16)、水城 (S13) 量较高; 其次是槲皮素-5-*O*- β -D-葡萄糖苷和没食子酸, 其质量分数分别为 0.42~6.86, 0.19~4.36 mg/g, 其中, 贵阳青岩 (S7)、贵阳高坡 (S8)、贵阳清镇 (S11) 产地的虎耳草药材中槲皮素-5-*O*- β -D-葡萄糖苷量较高, 贵阳青岩 (S7)、六盘水 (S19)、贵阳高坡 (S8) 产地的没食子酸量较高; 而原儿茶酸的量相对最少, 质量分数在 0.04~0.40 mg/g, 仅有龙里 (S3)、水城 (S6) 产虎耳草中的量较高。中药材的组成较为复杂, 不

表 4 虎耳草药材中 5 种成分测定结果

Table 4 Components determination of *S. stolonifera* collected from different areas

样品	称样量/g	质量分数/(mg·g ⁻¹)					总量/(mg·g ⁻¹)
		没食子酸	原儿茶酸	岩白菜素	槲皮素-5-O-β-D-葡萄糖苷	槲皮苷	
S1	1.004 0	0.54	0.33	4.76	0.83	0.25	6.70
S2	1.000 8	0.49	0.33	3.38	0.91	0.22	5.33
S3	1.000 1	0.62	0.40	4.51	2.92	1.08	9.53
S4	1.000 6	0.66	0.19	3.72	2.11	0.76	7.44
S5	1.000 3	0.58	0.10	3.20	1.10	0.35	5.33
S6	1.000 1	0.58	0.38	4.84	3.76	0.99	10.55
S7	1.000 1	4.36	0.30	3.36	6.86	1.51	16.39
S8	1.000 2	2.01	0.12	3.43	5.29	0.44	11.29
S9	1.000 3	0.49	0.25	5.98	1.86	0.59	9.18
S10	1.000 9	0.47	0.12	3.68	0.71	0.65	5.64
S11	1.000 4	1.82	0.09	3.48	4.66	0.11	10.17
S12	1.000 2	0.50	0.17	2.53	1.90	0.20	5.30
S13	1.000 3	0.32	0.09	5.20	0.42	0.81	6.85
S14	1.000 1	0.57	0.11	3.45	1.12	0.33	5.57
S15	1.000 2	1.62	0.08	2.89	2.79	0.12	7.51
S16	1.000 9	0.47	0.07	5.95	1.83	0.73	9.05
S17	1.000 0	0.26	0.08	1.78	0.84	0.25	3.21
S18	1.000 7	0.19	0.07	1.42	0.51	0.20	2.39
S19	1.006 0	4.28	0.28	3.15	1.37	1.14	10.22
S20	1.005 0	0.45	0.17	2.80	1.73	0.21	5.35
S21	1.000 0	0.20	0.04	3.87	0.45	0.42	4.97
平均值		1.02	0.18	3.69	2.09	0.54	7.52

同批次药材均含有相同的成分,但由于产地、采收季节等原因有可能导致各批次的量存在差别。

3 讨论

从药材相似度计算结果可以看出,21 批药材的相似度存在一定的差异。21 批药材经鉴定均属于虎耳草科植物虎耳草,相似度存在差异的原因有:药材收集于不同的城市、采收季节不一致、干燥方法及干燥程度不同等。以上原因导致药材的质量有差异,经实验得到的相似度就存在差异。

提取溶剂的选择上,分别取 25%乙醇水溶液、50%乙醇水溶液、70%乙醇水溶液、95%乙醇水溶液 4 种溶剂适量,加入相应的蒸馏瓶中分别加热回流 0.5、1.0、1.5、2.0 h 的提取效果,用 HPLC 进行检测,结果显示以 70%乙醇水溶液加热回流 1 h 效果较好,该提取溶剂能较好地提取虎耳草药材中的各种成分;提取方法选择上,将虎耳草药材粉碎,过 40 目筛,以 70%乙醇水溶液作为提取溶剂,分

别以回流提取、索氏提取器提取、超声提取 3 种方法进行虎耳草药材的提取后,静置,取上清液,过微孔滤膜,用 HPLC 方法进行检测,结果表明回流提取法明显优于其余 2 种提取方法,操作简单且提取充分。

在色谱条件的选择上,本实验优化了流动相条件,比较甲醇-水、乙腈-水、乙腈-0.1%甲酸水、乙腈-0.1%磷酸水溶液等体系作为流动相时虎耳草药材的指纹图谱,结果发现乙腈-0.1%磷酸水溶液作为流动相,色谱峰数目较多,且分离度,对称性良好。通过 DAD 检测器对供试品色谱于 200~400 nm 内进行检测,结果显示在 254 nm 波长下供试品溶液中色谱峰个数最多且基线平稳,色谱信息量大,待测色谱分离度良好。对比了不同体积流量、不同柱温、不同进样量条件下色谱峰的数目及分离效果,结果发现体积流量 1.0 mL/min,柱温 35 ℃,进样量 5 μL 条件下效果最优。

参考文献

- [1] 中国药典 [S]. 一部. 1977.
- [2] 贵州省中药材、民族药材质量标准 [S]. 2003.
- [3] 先春, 龚小见, 赵超, 等. 虎耳草的化学成分研究 [J]. 中国实验方剂学杂志, 2012, 18(10): 124-126.
- [4] Patel D K, Patel K, Kumar R, et al. Pharmacological and analytical aspects of bergenin: A concise report [J]. *Asian Pacific J Trop Disease*, 2012, 2(2): 163-167.
- [5] 刘斌, 谭成玉, 池晓会, 等. 岩白菜素的研究进展 [J]. 西北药学杂志, 2015, 30(5): 660.
- [6] 周欣, 陈华国, 黄志金, 等. 响应面法优选虎耳草抗前列腺癌活性部位提取工艺 [J]. 中草药, 2013, 44(13): 1768-1773.
- [7] 蒲祥, 宋良科. 虎耳草的研究进展 [J]. 安徽农业科学, 2010, 38(33): 18749.
- [8] 杨萍, 张雨青. 虎耳草的生物活性与药理作用研究 [J]. 安徽农业科学, 2014, 42(37): 5422-5424.
- [9] 张丽艳, 李燕, 杨玉琴, 等. 贵州虎耳草的质量对比研究 [J]. 中国实验方剂学杂志, 2010, 16(18): 57-59.
- [10] 周美. 基于药理活性的虎耳草指纹图谱研究 [D]. 贵阳: 贵州师范大学, 2014.
- [11] 丁家欣, 张秋海, 张黔, 等. HPLC 法测定不同产地与采收期虎耳草中岩白菜素的含量 [J]. 中国中药杂志, 2002, 27(10): 792-793.
- [12] 张丽, 冯峰, 柳文媛. HPLC 法测定不同产地虎耳草中没食子酸、原儿茶酸和虎耳草素的含量 [J]. 西北药学杂志, 2011, 26(2): 88-90.
- [13] 秦红英, 周光明, 彭贵龙, 等. HPLC 同时测定虎耳草中的岩白菜素、原儿茶酸和没食子酸的含量 [J]. 四川大学学报, 2013, 50(5): 1045-1049.