

滇桂艾纳香正丁醇部位 HPLC 指纹图谱建立及 6 种成分测定

马雯芳， 张秀丽， 姜建萍^{*}， 甘洁雪， 林春榕
(广西中医药大学, 广西 南宁 530200)

摘要：目的 建立滇桂艾纳香正丁醇部位 HPLC 指纹图谱，并测定原儿茶酸、绿原酸、咖啡酸、异绿原酸 A、异绿原酸 B、异绿原酸 C 含量。方法 分析采用 ZORBAX SB-C₁₈ 色谱柱 (150 mm×4.6 mm, 5 μm)；流动相乙腈-0.2% 磷酸，梯度洗脱，建立 HPLC 指纹图谱，采用 2012 年版《中药色谱指纹图谱相似度评价系统》软件进行相似度评价，SPSS 23.0 软件进行聚类分析及主成分数据分析，同时测定 6 种成分含量。结果 12 批滇桂艾纳香有 12 个共有峰，各批次药材相似度均大于 0.9。聚类分析结果显示 12 批滇桂艾纳香药材可分为 2 类，主成分分析表明，前 2 个成分的累计方差贡献率为 96.689%。6 种成分在其各自的范围内线性关系良好 ($r \geq 0.9990$)，精密度、重复性、稳定性的 RSD 值均小于 3%，加样回收率平均值为 97.1%~102.7%，RSD 为 1.81%~2.82%。结论 该方法稳定准确，可为滇桂艾纳香正丁醇活性部位质量评价提供参考依据。

关键词：滇桂艾纳香；正丁醇部位；HPLC 指纹图谱；化学成分

中图分类号：R284.1 文献标志码：A 文章编号：1001-1528(2022)02-0493-05

doi:10.3969/j.issn.1001-1528.2022.02.029

Establishment of HPLC fingerprints and determination of six constituents for *n*-butanol fraction of *Blumea riparia*

MA Wen-fang, ZHANG Xiu-li, JIANG Jian-ping^{*}, GAN Jie-xue, LIN Chun-rong
(Guangxi University of Traditional Chinese Medicine, Nanning 530200, China)

ABSTRACT: AIM To establish the HPLC fingerprints of the *n*-butanol fraction of *Blumea riparia* (Bl.) DC, and to determine the contents of protocatechuic acid, chlorogenic acid, caffeic acid, isochlorogenic acid A, isochlorogenic acid B and isochlorogenic acid C. METHODS The test was conducted on a chromatographic column of ZORBAX SB-C₁₈ (150 mm×4.6 mm, 5 μm), with the mobile phase comprising of acetonitrile-0.2% phosphoric acid aqueous solution for gradient elution. The software of Chinese Medicine Chromatographic Fingerprint Similarity Evaluation System (2012 Edition) and SPSS 23.0 were used for the establishment of the HPLC fingerprints and similarity evaluation, and the simultaneous determination of the contents of six active components. RESULTS Among the twelve common peaks shared by 12 batches of *B. riparia*, more than 0.9 similarities in the constituents contained inside the medicinal materials were observed. The results of cluster analysis revealed the 2 major categories among the 12 batches of *B. riparia*. Principal component analysis data showed that the first two components contributing 96.689% cumulative variance rate. Among the 6 constituents, each had a good linear relationship ($r \geq 0.9990$) in its own range; less than 3% RSD values of precision, repeatability and stability, with 97.1%~102.7% average recovery rate and 1.81%~2.82% RSD. CONCLUSION This stable and accurate method provides reference for the quality evaluation of *n*-butanol active site of *B. riparia*.

KEY WORDS: *Blumea riparia* (Bl.) DC; *n*-butanol fraction; HPLC fingerprints; chemical constituents

收稿日期：2021-02-05

基金项目：广西自然科学基金项目 (2014GXNSFAA118272)；壮瑶药协同创新中心项目 (桂教科研 [2013] 20 号)；广西壮瑶药重点实验室项目 (桂科基字 [2014] 32 号)；广西中医药大学大学生科研训练课题 (2020DXS14)

作者简介：马雯芳 (1983—)，女，副教授，硕士生导师，研究方向为中药、民族药品种鉴定与品质评价。Tel: (0771) 4953513, E-mail: 109348793@qq.com

* 通信作者：姜建萍 (1965—)，女，教授，博士生导师，研究方向为中药、民族药成分与质量控制。Tel: (0771) 4953513, E-mail: 853206409@qq.com

滇桂艾纳香为菊科植物假东风草 *Blumea riparia* (Bl.) DC. 的干燥全株, 是常用的民族药^[1-2], 具有通火路、祛风毒, 除湿毒, 止血, 调经的功效, 可用于经期提前、产后血崩、风湿骨痛等症状^[3-5], 药理研究表明, 滇桂艾纳香具有抗炎镇痛、抗菌、止血等生理活性^[6-9], 在民间应用广泛, 也作为主要药物用于常用妇科药妇血康、伊血安等生产。正丁醇部位是滇桂艾纳香发挥止血和凝血作用的主要活性部位^[10], 具有较强药理活性, 其活性成分咖啡酸、绿原酸、原儿茶酸是发挥止血作用的活性成分^[11], 异绿原酸 A、异绿原酸 B、异绿原酸 C 是发挥抗菌、抗病毒、抗炎作用的主要活性成分^[12-14]。本实验采用 HPLC 法建立滇桂艾纳香正丁醇部位指纹图谱并测定其原儿茶酸、绿原酸、咖啡酸、异绿原酸 B、异绿原酸 A、异绿原酸 C 6 个活性成分的含量, 为滇桂艾纳香正丁醇活性部位质量评价及相关产品的研发生产提供依据。

1 材料

1.1 仪器 电子分析天平(德国赛多利斯公司); Agilent 1260 高效液相色谱仪(美国 Agilent 公司); 超纯水仪。

1.2 试剂 绿原酸(批号 110753-201716)、咖啡酸(批号 110885-200102)、原儿茶酸(批号 110819-201205)购自中国食品药品检定研究院; 异绿原酸 A(批号 2450535)、异绿原酸 B(批号 14534613)、异绿原酸 C(批号 57378720)对照品购自成都麦德生科技有限公司, 纯度>98%。乙腈为色谱纯; 其余试剂为分析纯; 水为纯化水。

1.3 药材 滇桂艾纳香共 12 批, 经广西中医药大学中药鉴定教研室蔡毅教授鉴定为菊科植物滇桂艾纳香 *Blumea riparia* (BL.) DC. 的全草, 经干燥粉碎后, 过 4 号筛, 具体信息见表 1。

表 1 样品信息

Tab. 1 Information of samples

编号	产地	采集时间	编号	产地	采集时间
S1	四川	20190101	S7	越南	20180901
S2	广西平果	20190208	S8	广西平果	20170729
S3	广西田阳	20181231	S9	广西靖西	20180401
S4	广西百色	20190628	S10	广西凌云	20190902
S5	广西平果	20180406	S11	广西平果	20180729
S6	广西宾阳	20190101	S12	广西平果	20190628

2 方法与结果

2.1 色谱条件 AgiLent Zorbax SB-C₁₈ 色谱柱(150 mm×4.6 mm, 5 μm); 流动相乙腈(A)-0.2%磷酸(B), 梯度洗脱(0~5 min, 10% A; 5~

10 min, 10%~12% A; 10~28 min, 12%~15% A; 28~50 min, 15%~17% A; 50~80 min, 17%~24% A; 80~110 min, 24%~24% A); 体积流量 1.0 mL/min; 柱温 35 ℃; 检测波长 260 nm; 进样量 10 μL。

2.2 供试品溶液制备 称取样品(S4)粉末 2.0 g, 装入 50 mL 锥形瓶中, 加入 70% 乙醇 20 mL, 回流提取 60 min, 滤液蒸干后加纯水 10 mL 溶解, 分别用石油醚、水饱和正丁醇(1:1)依次萃取, 各重复 2 次, 合并正丁醇层, 蒸干, 甲醇溶解定容至 2 mL, 即得。

2.3 对照品溶液制备 精确称取 6 种对照品, 70% 甲醇超声溶解并定容至 10 mL, 制成含 0.012 mg/mL 原儿茶酸、0.050 mg/mL 绿原酸、0.005 mg/mL 咖啡酸、0.793 mg/mL 异绿原酸 A、1.500 mg/mL 异绿原酸 B 与 0.315 mg/mL 异绿原酸 C 的溶液, 即得。

2.4 指纹图谱建立

2.4.1 精密度试验 取供试品溶液(S4), 在“2.1”项色谱条件下进样测定 6 次, 以异绿原酸 B(7 号峰)为参照, 测得各共有峰相对保留时间 RSD 为 0.06%~1.03%, 相对峰面积 RSD 为 1.03%~2.61%, 表明仪器精密度良好。

2.4.2 稳定性试验 取供试品溶液(S4), 于 0、2、4、6、8、12、24 h 在“2.1”项色谱条件下进样测定, 以异绿原酸 B(7 号峰)为参照, 测得各共有峰相对保留时间 RSD 为 0.07%~2.55%, 相对峰面积 RSD 为 0.95%~2.83%, 表明溶液在 24 h 内具有良好的稳定性。

2.4.3 重复性试验 精密称取样品(S4)6 份, 每份 2.0 g, 按“2.2”项下方法制备供试品溶液, 在“2.1”项色谱条件下进样测定, 以异绿原酸 B(7 号峰)为参照, 测得各共有峰相对保留时间 RSD 为 0.09%~2.17%, 相对峰面积 RSD 为 1.98%~2.92%, 表明该方法重复性良好。

2.4.4 对照图谱生成及共有峰标定 取 12 批供试品溶液, 在“2.1”项色谱条件下进样测定, 相关数据导入 2012 年版《中药色谱指纹图谱相似度评价系统》软件, 以 S4 为参照图谱, 异绿原酸 B(7 号峰)为参照峰进行全谱峰匹配, 叠加指纹图谱见图 1, 以平均数法生成对照指纹图谱, 见图 2。按照文献[15-18]报道结合对照品进行比对, 发现峰 1 为原儿茶酸, 峰 2 为绿原酸, 峰 3 为咖啡酸, 峰 7 为异绿原酸 B, 峰 8 为异绿原酸 A, 峰 9 为异绿原酸 C, 相应对照品色谱图见图 3, 相对峰面积见表 2。

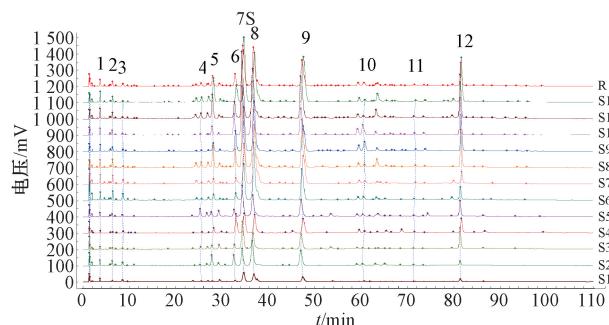


图1 12批样品HPLC指纹图谱

Fig. 1 HPLC fingerprints for twelve batches of samples

2.4.5 相似度评价 取各供试品溶液适量，在“2.1”项色谱条件下进样测定，相应数据导入国家药典委员会2012年版《中药色谱指纹图谱相似度评价系统》软件进行相似度评价，相似度均大于0.9，结果见表3，可知样品质量整体上较稳定。

2.4.6 化学计量学研究

2.4.6.1 聚类分析 将各共有峰峰面积的原始数据导入SPSS 23.0软件，选择组内联接方法，以余弦为测量度进行系统聚类，结果见图4。由此可知，12批样品可分为2大类，S2、S6、S7为一类，S1、S3、S4、S5、S8、S9、S10、S11、S12为另一类。

表2 各共有峰相对峰面积

Tab. 2 Relative peak areas of various common peaks

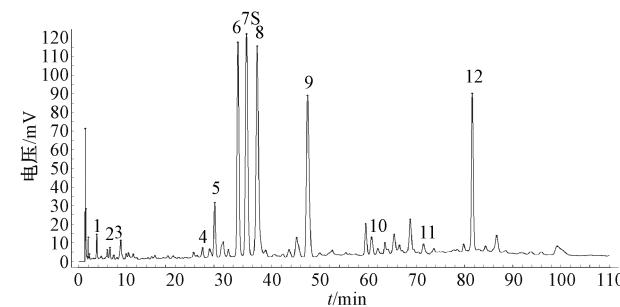
编号	S1	S2	S3	S4	S5	S6	S7	S8	S9	S10	S11	S12
1	0.118 6	0.121 3	0.031 7	0.042 2	0.044 7	0.073 6	0.071 8	0.030 9	0.044 6	0.044 6	0.049 2	0.048 0
2	0.060 7	0.143 4	0.022 5	0.025 2	0.041 1	0.115 4	0.096 7	0.042 8	0.042 3	0.044 5	0.038 0	0.036 7
3	0.133 3	0.123 2	0.025 0	0.057 4	0.042 2	0.122 1	0.065 2	0.014 6	0.027 5	0.027 3	0.020 2	0.019 8
4	0.064 5	0.039 9	0.069 1	0.031 4	0.181 5	0.036 4	0.021 9	0.040 4	0.016 5	0.017 3	0.060 2	0.056 7
5	0.070 0	0.482 9	0.118 1	0.179 4	0.127 1	0.134 0	0.092 6	0.189 9	0.146 2	0.146 4	0.274 6	0.270 8
6	0.105 3	0.510 7	0.127 3	0.790 8	0.182 5	0.176 7	0.136 6	0.165 3	0.368 2	0.368 3	0.219 5	0.214 0
	1.000 0	1.000 0	1.000 0	1.000 0	1.000 0	1.000 0	1.000 0	1.000 0	1.000 0	1.000 0	1.000 0	1.000 0
8	1.000 9	1.793 1	0.727 5	1.025 3	0.917 4	2.178 5	2.082 8	0.891 6	1.372 5	1.373 8	0.975 0	0.976 9
9	0.675 4	1.222 0	0.709 8	0.863 5	0.705 6	1.171 5	0.883 8	0.727 7	0.714 6	0.714 0	0.889 7	0.874 7
10	0.059 7	0.117 0	0.039 4	0.079 1	0.077 3	0.093 4	0.068 7	0.029 1	0.227 9	0.228 5	0.029 6	0.026 5
11	0.045 7	0.039 2	0.023 2	0.047 1	0.035 8	0.036 3	0.024 5	0.022 6	0.038 6	0.038 7	0.025 3	0.026 4
12	0.233 3	0.192 6	0.575 9	0.537 5	0.413 1	0.286 2	0.219 8	0.337 5	0.615 8	0.618 1	0.519 8	0.508 5

表3 12批样品相似度

Tab. 3 Similarities of twelve batches of samples

编号	产地	相似度	编号	产地	相似度
S1	四川	0.971	S7	越南	0.951
S2	广西平果	0.964	S8	广西平果	0.990
S3	广西田阳	0.964	S9	广西靖西	0.987
S4	广西百色	0.945	S10	广西凌云	0.986
S5	广西平果	0.983	S11	广西平果	0.987
S6	广西宾阳	0.959	S12	广西平果	0.989

2.4.6.2 主成分分析 对12批样品共有峰峰面积进行标准化处理后，导入SPSS 23.0软件进行主成



1. 原儿茶酸 2. 绿原酸 3. 咖啡酸 7. 异绿原酸B

8. 异绿原酸A 9. 异绿原酸C

1. protocatechuic acid 2. chlorogenic acid 3. caffeic acid

7. isochlorogenic acid B 8. isochlorogenic acid A

9. isochlorogenic acid C

图2 对照指纹图谱

Fig. 2 Reference fingerprint

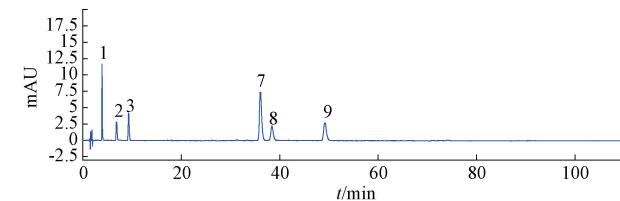


图3 各对照品HPLC色谱图

Fig. 3 HPLC chromatograms of various reference substances

分分析，发现前2个主成分特征值分别为11.115、0.488，方差贡献率分别为92.624%、4.065%，累积方差贡献率达96.689%，可表示药材中大部分化学信息。

第一主成分变量的权重值可反映化学成分与药材质量的相关性^[19]。本实验发现，12个共有峰中第一主成分得分排名前5的为3、11、12、5、8号峰，得分分别为0.910、0.831、0.828、0.820、0.815，可代表药材中大部分化学信息，载荷矩阵结果见表4。再以2个主成分为变量绘制主成分得

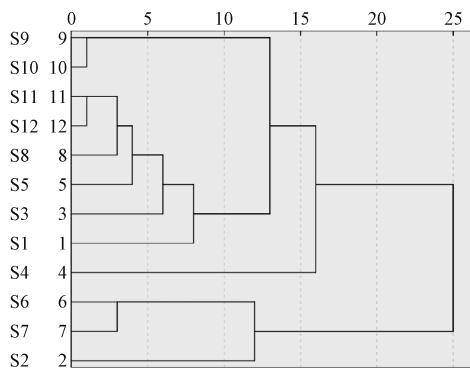


图4 12批样品聚类分析树状图

Fig. 4 Cluster analysis dendrogram of twelve batches of samples

分图,见图5,可知所得结果与聚类分析一致。

表4 主成分载荷矩阵

Tab. 4 Loading matrices for principal components

编号	主成分		编号	主成分	
	1	2		1	2
1	0.721	0.655	7	0.469	0.878
2	0.524	0.824	8	0.815	0.566
3	0.910	0.398	9	0.701	0.683
4	0.778	0.517	10	0.701	0.683
5	0.820	0.556	11	0.831	0.544
6	0.482	0.872	12	0.828	0.549

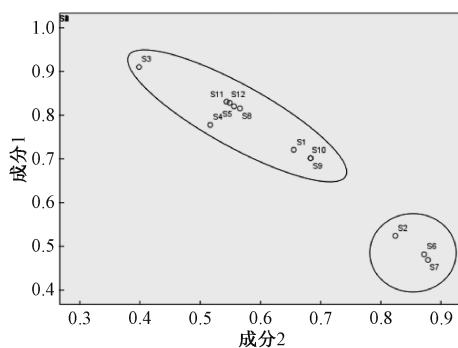


图5 12批样品主成分分析图

Fig. 5 Principal component analysis plot for twelve batches of samples

2.5 6种成分含量测定

2.5.1 线性关系考察 精密吸取对照品溶液适量,稀释至不同质量浓度,在“2.1”项色谱条件下进样测定。以各成分质量浓度为横坐标(X),峰面积为纵坐标(Y)进行回归,结果见表5,可知各成分在各自范围内线性关系良好。

2.5.2 精密度试验 取对照品溶液适量,在“2.1”项色谱条件下进样测定6次,测得原儿茶酸、绿原酸、咖啡酸、异绿原酸A、异绿原酸B、异绿原酸C峰面积RSD分别为0.03%、0.31%、

0.61%、0.31%、0.11%、0.19%,表明仪器精密度良好。

表5 各成分线性关系

Tab. 5 Linear relationships of various constituents

成分	回归方程	r	线性范围/ ($\text{mg} \cdot \text{mL}^{-1}$)
原儿茶酸	$Y=3136.16071X-0.1321429$	0.9993	0.0048~0.0288
绿原酸	$Y=444.285714X+0.0428571$	0.9996	0.0020~0.0120
咖啡酸	$Y=931.762295X-0.1307377$	0.9992	0.0002~0.0012
异绿原酸B	$Y=812.827381X-8.6178571$	0.9990	0.0600~0.3600
异绿原酸A	$Y=878.049549X-1.5565604$	0.9998	0.0317~0.1903
异绿原酸C	$Y=1012.3546X-10.679529$	0.9991	0.0130~0.0780

2.5.3 重复性试验 精密称取样品(S4)6份,每份2.0 g,按“2.2”项下方法制备供试品溶液,在“2.1”项色谱条件下进样测定,测得原儿茶酸、绿原酸、咖啡酸、异绿原酸A、异绿原酸B、异绿原酸C峰面积RSD分别为2.47%、2.51%、1.65%、2.19%、1.51%、1.52%,表明该方法重复性良好。

2.5.4 稳定性试验 精密吸取供试品溶液(S4)适量,于0、2、4、6、8、12、24 h在“2.1”项色谱条件下进样测定,测得原儿茶酸、绿原酸、咖啡酸、异绿原酸A、异绿原酸B、异绿原酸C峰面积RSD分别为1.82%、2.44%、2.76%、2.68%、2.68%、2.77%,表明溶液在24 h内稳定性良好。

2.5.5 加样回收率试验 精密称取样品(S4)6份,加入对照品,在“2.1”项色谱条件下进样测定,测得原儿茶酸、绿原酸、咖啡酸、异绿原酸A、异绿原酸B、异绿原酸C平均加样回收率分别为99.0%、97.1%、100.5%、102.7%、98.1%、100.1%,RSD分别为2.62%、1.81%、2.68%、1.99%、2.45%、2.82%。

2.5.6 样品含量测定 取12批样品,按“2.2”项下方法制备供试品溶液,在“2.1”项色谱条件下进样测定,计算含量,结果见表6。

3 讨论

滇桂艾纳香广泛应用于治疗经期提前、产后血崩等妇科疾病。根据课题组前期实验发现,滇桂艾纳香正丁醇部位药理活性较强,是滇桂艾纳香发挥凝血、止血作用的主要活性部位,采用HPLC法建立滇桂艾纳香正丁醇部位指纹图谱,并对其活性成分含量进行测定,为其质量评价及进一步开发提供依据。

3.1 色谱条件优化 在建立指纹图谱实验时考察了3种色谱柱 Inertsil ODS3-C₁₈ (250 mm×4.6 mm)、TC-C₁₈ (250 mm×4.6 mm), Zorbax SB-

表6 各成分含量测定结果 (mg/g, n=3)

Tab. 6 Results of content determination of various constituents (mg/g, n=3)

编号	原儿茶酸	绿原酸	咖啡酸	异绿原酸B	异绿原酸A	异绿原酸C
S1	0.338	0.563	0.212	8.529	7.711	4.211
S2	0.334	1.374	0.589	8.455	9.938	7.574
S3	0.224	0.383	0.169	9.277	6.011	5.171
S4	0.014	0.100	0.041	0.059	0.051	0.097
S5	0.305	1.329	0.452	8.234	12.813	6.064
S6	0.167	0.300	0.097	0.421	0.553	0.458
S7	0.158	0.221	0.117	2.747	1.419	1.710
S8	0.224	0.482	0.104	5.906	5.806	4.377
S9	0.183	0.194	0.298	3.495	2.481	2.232
S10	0.248	0.752	0.250	10.975	10.685	6.293
S11	0.294	0.716	0.164	11.590	9.610	8.111
S12	0.280	1.581	0.246	19.543	14.043	11.122

C_{18} (150 mm×4.6 mm), 结果表明 Zorbax SB- C_{18} (150 mm×4.6 mm) 峰形较其他色谱柱好, 出峰时间较适宜。对不同吸收波长 (260、300、330 nm) 进行考察, 对比得出 260 nm 得到较多的峰信息。对不同柱温 (25、30、35 °C) 进行考察时, 得出 35 °C 条件下峰形与分离度较好。对体积流量 (0.8、1.0、1.2 mL/min) 考察时, 得出 1.0 mL/min 的条件下, 峰形以及出峰时间适宜。对甲醇-0.2% 磷酸与乙腈-0.2% 磷酸为流动相进行考察时, 发现乙腈-0.2% 磷酸洗脱结果优于前者。

3.2 供试品溶液制备方法优化 含量测定试验考察了冷浸、超声、回流 3 种提取方法, 结果表明回流与超声得到的色谱图基本无较大差异, 因超声提取方式较简便, 故选择超声作为提取方式; 前期药理学实验结果表明, 滇桂艾纳香 70% 乙醇提取物有较强生理活性, 故本文选用 70% 乙醇作为提取溶剂; 对 30、60、90 min 提取时间进行考察, 得出当提取时间为 60 min 时, 各色谱峰峰面积较大, 峰高较高, 90 min 与 60 min 峰响应值相差不大, 为节省时间提取时间设定为 60 min。

3.3 结果分析 本研究共指认出 6 种活性成分, 因异绿原酸 B 的含量较高, 在分析时间内出峰时间适合, 故将异绿原酸 B 作为参照峰 (S)。不同批次滇桂艾纳香正丁醇部位指纹图谱相似度均大于 0.9, 说明不同批次滇桂艾纳香药材化学成分种类较相似, 含量测定研究结果显示, 不同批次滇桂艾纳香药材正丁醇活性部位 6 种活性成分含量有较大的差异, 说明其化学成分含量存在较大差异。

4 结论

本研究建立不同批次滇桂艾纳香正丁醇部位 HPLC 指纹图谱, 指认了指纹图谱中 6 种成分, 初步反映了滇桂艾纳香正丁醇活性部位整体化学特征,

检测方法简单可行, 重复性、稳定性良好, 同时结合化学计量学方法, 采用聚类分析和主成分分析多方面评价滇桂艾纳香正丁醇活性部位质量, 为滇桂艾纳香正丁醇活性部位整体质量控制提供参考。

参考文献:

- [1] 邱德文, 杜江. 中华本草(苗药卷)[M]. 贵阳: 贵州科技出版社, 2005: 176.
- [2] 黄燮才. 广西民族药简编[M]. 南宁: 广西壮族自治区卫生局药品检验所, 1980: 236.
- [3] 广西壮族自治区食品药品监督管理局. 广西壮族自治区壮药质量标准(第一卷)[S]. 南宁: 广西科学技术出版社, 2008: 196-197.
- [4] 广西壮族自治区革委会卫生局. 广西本草选编(上册)[M]. 南宁: 广西人民出版社, 1974: 925.
- [5] 国家中医药管理局《中华本草》编委会. 中华本草(第七册)[M]. 上海: 上海科学技术出版社, 1999: 745-746.
- [6] 袁媛, 庞玉新, 元超. 艾纳香乙酸乙酯部位抗菌活性成分研究[J]. 热带作物学报, 2018, 39(6): 1195-1199.
- [7] 易琼, 王玉坤, 王鲁. 艾纳香油药理学作用评价[J]. 黑龙江畜牧兽医, 2016, 8(16): 149-151.
- [8] 夏嬿, 李祥, 陈建伟. 艾纳香叶废弃物镇痛、抗炎、止血活性的初步研究[J]. 天然产物研究与开发, 2015, 27(6): 1086-1091.
- [9] 申璐, 刘桂彪, 黄文飞, 等. 白花九里明镇痛和抗炎效果的实验研究[J]. 当代医学, 2018, 24(6): 1-3.
- [10] 姜建萍. 壮药滇桂艾纳香止血效应的实验研究[D]. 长沙: 湖南中医药大学, 2010.
- [11] 张家燕. 中药金银花的药用成分及药理作用分析[J]. 中国医药指南, 2019, 17(17): 177-178.
- [12] 王智勇, 刘秀斌, 徐美利, 等. 甜叶菊总异绿原酸抗氧化、抑菌及防霉功能评价[J]. 饲料研究, 2021, 44(3): 101-105.
- [13] 缪艳燕, 徐帮会, 徐剑, 等. 金银花的 HPLC 指纹图谱建立及其抗炎作用谱效关系研究[J]. 中国药房, 2020, 31(20): 2497-2502.
- [14] 张贊, 黄逮, 张慧, 等. 壮药玉叶金花抗炎镇痛作用的谱效关系研究[J]. 中国药理学通报, 2020, 36(6): 870-874.
- [15] 陈安美, 姜建萍, 马雯芳. 滇桂艾纳香乙酸乙酯部位化学成分研究[J]. 广西师范大学学报(自然科学版), 2020, 38(6): 82-87.
- [16] 韩璐, 黄薏霏, 那袭雪, 等. 白花九里明提取物中 3 种有机酸及总黄酮、总有机酸的含量测定[J]. 化学与生物工程, 2020, 37(8): 63-67.
- [17] 元超, 王鸿发, 胡璇, 等. 艾纳香中绿原酸类化学成分研究[J]. 热带作物学报, 2019, 40(6): 1176-1180.
- [18] 姜建萍, 王美琪, 马雯芳, 等. HPLC-DAD 波长转换法同时测定不同产地滇桂艾纳香中 4 种成分的含量[J]. 中国实验方剂学杂志, 2018, 24(3): 72-76.
- [19] 马云, 王笑成, 穆易君, 等. 不同品种软枣猕猴桃品质指标的主成分分析[J]. 食品工业科技, 2019, 40(5): 233-238.