

基于多指标含量测定及化学计量学的黔产黑龙骨茎叶质量评价

周玲利, 刘育辰, 彭乐强, 穆开朗, 冉 飞, 刘 刚*

贵州中医药大学, 贵州 贵阳 550025

摘 要: 目的 建立黑龙骨 *Periploca forrestii* 茎叶 (PFSL) 中 7 个成分的 UPLC 测定方法, 并对结果进行化学计量学分析。方法 采用 Agilent Eclipse Plus C₁₈ 色谱柱 (100 mm×2.1 mm, 1.8 μm), 以 0.1% 磷酸水-乙腈为流动相梯度洗脱, 体积流量 0.2 mL·min⁻¹, 进样量 0.8 μL, 柱温 30 °C; 采用切换波长法测定 15 批 PFSL 中新绿原酸、绿原酸、咖啡酸、隐绿原酸、异槲皮苷、紫云英苷及异绿原酸 C 的含量, 结合聚类分析 (HCA)、主成分分析 (PCA) 和正交偏最小二乘法-判别分析 (OPLS-DA) 对含量测定结果进行综合评价。**结果** 新绿原酸、绿原酸、咖啡酸、隐绿原酸、异槲皮苷、紫云英苷及异绿原酸 C 在 0.030 40~1.216 00、0.012 60~1.008 00、0.001 24~0.024 80、0.015 20~0.496 00、0.011 20~0.179 20、0.007 84~0.117 60、0.003 64~0.136 00 μg·mL⁻¹ 线性关系良好 ($R^2>0.999\ 0$), 平均加样回收率分别为 96.01%、98.93%、98.52%、98.94%、98.06%、96.22%、98.20%, RSD 分别为 2.29%、3.13%、3.22%、2.71%、1.92%、2.86%、2.38%; 质量分数分别为 1.413 1~12.257 1、0.912 1~10.090 6、0.042 4~0.314 8、0.926 6~8.537 9、0.350 6~3.337 0、0.176 4~0.610 0、0.253 1~1.257 6 mg·g⁻¹。化学计量学分析结果显示, 15 批 PFSL 样品聚为 3 类, 隐绿原酸、咖啡酸、紫云英苷、新绿原酸、绿原酸、异槲皮苷为 15 批样品中的主要差异成分。**结论** 建立的 UPLC 含量测定方法稳定, 结合化学计量学方法可为 PFSL 质量评价提供参考。

关键词: 黑龙骨茎叶; 含量测定; 化学识别模式; 质量评价; 新绿原酸; 绿原酸; 咖啡酸; 隐绿原酸; 异槲皮苷; 紫云英苷; 异绿原酸 C

中图分类号: R284.1

文献标志码: A

文章编号: 1674-6376(2025)02-0455-07

DOI: 10.7501/j.issn.1674-6376.2025.02.019

Quality Evaluation of *Periploca forrestii* stem-leaf in Guizhou base on multi-index content determination combined with chemometrics

ZHOU Lingli, LIU Yuchen, PENG Leqiang, MU Kailang, RAN Fei, LIU Gang

Guizhou University of Chinese Medicine, Guiyang 550025, China

Abstract: Objective To establish an UPLC content determination method of seven components in *Periploca forrestii* stem-leaf (PFSL), and analyze the content determination results by chemometrics method. **Methods** The analysis was carried out on Agilent Eclipse Plus C₁₈ column (100 mm × 2.1 mm, 1.8 μm). The mobile phase was 0.1% phosphoric acid- acetonitrile with gradient elution. The volume flow was 0.2 mL·min⁻¹, the injection volume was 0.8 μL, and the column temperature was 30°C. Measuring the content of neochlorogenic acid, chlorogenic acid, caffeic acid, cryptochlorogenic acid, isoquercitrin, astragaloside and isochlorogenic acid C in 15 batches of PFSL by wavelength switching method. The content determination results were comprehensively analyzed using hierarchical cluster analysis (HCA), principal component analysis (PCA), and orthogonal partial least squares-discriminant analysis (OPLS-DA). **Results** Neochlorogenic acid, chlorogenic acid, caffeic acid, cryptochlorogenic acid, isoquercitrin, astragaloside and isochlorogenic acid C showed good linear relationship ($R^2>0.999\ 0$) within the ranges of 0.030 40—1.216 00, 0.012 60—1.008 00, 0.001 24—0.024 80, 0.015 20—0.496 00, 0.011 20—0.179 20, 0.007 84—0.117 60, 0.003 64—0.136 00 μg·mL⁻¹, whose average recoveries were 96.01%, 98.93%, 98.52%, 98.94%, 98.06%, 96.22% and 98.20%, with RSD values of 2.29%, 3.13%, 3.22%, 2.71%, 1.92%, 2.86%, 2.38%, respectively. Their mass fractions were 1.413 1—12.257 1, 0.912 1—10.090 6, 0.042 4—0.314 8, 0.926 6—8.537 9, 0.350 6—3.337 0, 0.176 4—0.610 0 and 0.253 1—1.257 6 mg·g⁻¹. The chemometrics analysis results showed that 15 batches of PFSL could be

收稿日期: 2024-08-19

基金项目: 贵州省科技计划项目[黔科合基础-ZK (2022) 一般 475 号]; 贵州省教育厅滚动支持省属高校科研平台团队项目[黔教技 (2022) 024 号]

作者简介: 周玲利 (1998—), 女, 硕士研究生, 从事中药、民族药质量控制及中药新药研究。E-mail: zhoulingli0220@163.com

*通信作者: 刘 刚 (1979—), 男, 硕士生导师, 高级实验师, 从事中药、民族药化学及中药新药的研究。E-mail: liugang888_2000@163.com

clustered into three categories, cryptochlorogenic acid, caffeic acid, astragaloside, neochlorogenic acid, chlorogenic acid and isoquercitrin were the main differential components in 15 batches of samples. **Conclusion** The established method for the determination of multi-component content in PFSL is stable, which can provide reference for the quality evaluation of PFSL combined with chemometrics method.

Key words: *Periploca forrestii* stem-leaf; content determination; chemical identification mode; quality evaluation; neochlorogenic acid; chlorogenic acid; caffeic acid; cryptochlorogenic acid; isoquercitrin; astragaloside; isochlorogenic acid C

黑龙骨 *Periploca forrestii* Schltr.为萝藦科杠柳属植物，俗称西南杠柳^[1]，其藤茎黑骨藤被《中华本草苗药卷》收载^[2]，具有舒筋活血、祛风除湿、清热解毒等功效，作为苗族民间传统草药用于治疗风湿等疾病^[3]，是贵州省当前着重发展的苗药之一。前期对黑龙骨茎叶（*Periploca forrestii* stem-leaf, PFSL）进行文献调研发现，黑龙骨非药用部位茎叶的化学成分及药理作用鲜有报道，且因其为非药用部位被大量丢弃，造成资源极大浪费，PFSL 含有咖啡酰基奎宁酸类成分^[3-4]，其具有抑菌、抗炎、抗类风湿性关节炎（RA）等多种药理活性^[5-7]，课题组前期研究发现 PFSL 醇提取物具有显著的抗 RA 作用^[8]，其药效物质未见报道。通过查阅文献发现，PFSL 中新绿原酸^[9]、绿原酸^[9-10]、咖啡酸^[11]、隐绿原酸^[9]、异绿原酸 C^[12]、异槲皮苷^[13]和紫云英苷^[14]具有抗 RA 作用。因此，本研究选取这 7 个与 PFSL 药效相关的成分作为其评价指标，通过建立 PFSL 多指标含量测定，结合化学计量学方法，明确黔产 PFSL 差异性成分，综合评价 PFSL 质量，为质量控制及 PFSL 资源的有效开发利用提供参考。

1 材料

1.1 仪器

LC-2040C 3D-Plus 超高效液相色谱仪（日本岛津公司）；FA2204B 型万分之一电子天平（上海天美仪器有限公司）；MS205DU 型十万分之一电子天平（瑞士梅特勒托利多公司）；SB-4200DTD 超声波清洗机（宁波新艺超声设备有限公司）；SHZ-DIII 循环水式真空泵（上海予英有限公司）；RHP-750A 多功能粉碎机（浙江荣浩工贸有限公司）。

1.2 药材及主要试剂

15 批 PFSL 样品采集地见表 1，经贵州中医药大学药学院高级实验师刘刚鉴定为萝藦科杠柳属植物黑龙骨 *Periploca forrestii* Schltr. 的茎叶。新绿原酸（批号 DZP10805，质量分数≥98%）、绿原酸（批号 DZP10526，质量分数≥98%）、隐绿原酸（批号 DZP10804，质量分数≥98%）、咖啡

表 1 样品来源信息	
Table 1 Sample source information	
编号	采集地
S1	贵州省花溪区贵筑社区
S2	贵州省贵定县云雾镇
S3	贵州省望谟县新屯街道
S4	贵州省清镇市流长苗族乡
S5	贵州省长顺县种获乡
S6	贵州省安顺市西秀区
S7	贵州省清镇市百花湖畔
S8	贵州省贵阳市修文县
S9	贵州省长顺县代化镇
S10	贵州省黔南龙里县
S11	贵州省惠水县王佑镇
S12	贵州省六盘水市六枝
S13	贵州省贵阳市南明区永乐乡1号
S14	贵州省贵阳市南明区永乐乡2号
S15	贵州中医药大学药用植物园栽培

酸（批号 DZP10444，质量分数≥98%）、异槲皮苷（批号 DZP01483，质量分数≥98%）、紫云英苷（批号 WP204023，质量分数≥98%）、异绿原酸 C（批号 DZP10804，质量分数≥98%）均购自天津万象恒远科技有限公司；乙腈和甲醇（色谱级）均购自安徽天地生命科技有限公司，其余试剂均为分析纯；纯净水（杭州娃哈哈集团有限公司）。

2 方法与结果

2.1 色谱条件

色谱柱为 Agilent Eclipse Plus C₁₈（100 mm×2.1 mm，1.8 μm），流动相为 0.1%磷酸水（A）-乙腈（B），洗脱梯度：0~9 min，7.0%~7.5% B；9~28 min，7.5%~9.0% B；28~31 min，9.0%~13.0% B；31~55 min，13.0% B；55~60 min，13.0%~14.0% B；60~62 min，14.0%~16.0% B；62~67 min，16.0%~18.0% B；67~72 min，18.0% B；72~75 min，18.0%~21.5% B；75~80 min，21.5%~65.0% B；80~82 min，65.0%~95.0% B；体积流量 0.2 mL·min⁻¹，进样

量 0.8 μL , 柱温 30 $^{\circ}\text{C}$, 检测波长 1~49 min: 327 nm, 49~70 min: 254 nm, 70~82 min: 327 nm。

2.2 溶液的制备

2.2.1 供试品溶液的制备 取 PFSL 茎叶, 干燥、粉碎、过二号筛, 取粉末 0.5 g, 精密称定, 置于 20 mL 锥形瓶中, 加入 75%乙醇 10 mL, 称质量, 超声提取 30 min (功率 200 W、频率 40 kHz), 放冷, 用 75%乙醇补足减失的质量, 摇匀, 过 0.22 μm 微孔滤膜, 取续滤液, 即得供试品溶液。

2.2.2 混合对照品溶液的制备 精密称取新绿原酸、绿原酸、隐绿原酸适量于 10 mL 量瓶中, 加入 75%乙醇配成质量浓度分别为 1 520.00、1 240.00、1 260.00 $\mu\text{g}\cdot\text{mL}^{-1}$ 的对照品储备溶液①; 另外精密称取咖啡酸、异槲皮苷、紫云英苷、异绿原酸 C 置于 50 mL 量瓶, 加入 75%乙醇, 配制质量浓度分别为 62.00、112.00、98.00、170.00 $\mu\text{g}\cdot\text{mL}^{-1}$ 的对照品储备溶液②; 精密移取对照品储备溶液①、②各 1 mL 于 10 mL 量瓶中, 加入 75%乙醇定容至刻度, 摇匀, 得到混合对照品溶液③。

2.2.3 空白溶液的制备 精密量取 75%乙醇溶液 10 mL, 按照“2.2.1”项下方法制备即得。

2.3 方法学考察

2.3.1 专属性考察 将空白溶液、对照品溶液、S1 供试品溶液按“2.1”项下色谱方法进样。结果表明, 在 327、254 nm 检测波长下, 空白溶液在对照品溶液的保留时间处无干扰峰出现, 见图 1。结果表明

所建方法专属性强。

2.3.2 线性关系考察 取“2.2.2”项下混合对照品储备液①进样 0.1、0.2、0.4、0.6、0.8 μL , 混合对照品储备液②进样 0.2、0.4、0.6、0.8、1.2 μL 、混合对照品溶液③进样 0.1、0.2、0.4、0.8、1.2、2.0 μL , 按“2.1”项下色谱条件进样测定, 以对照品溶液的质量浓度为横坐标, 峰面积为纵坐标进行线性回归分析, 结果表明 (表 2) 各成分在相应质量浓度范围内线性关系良好。

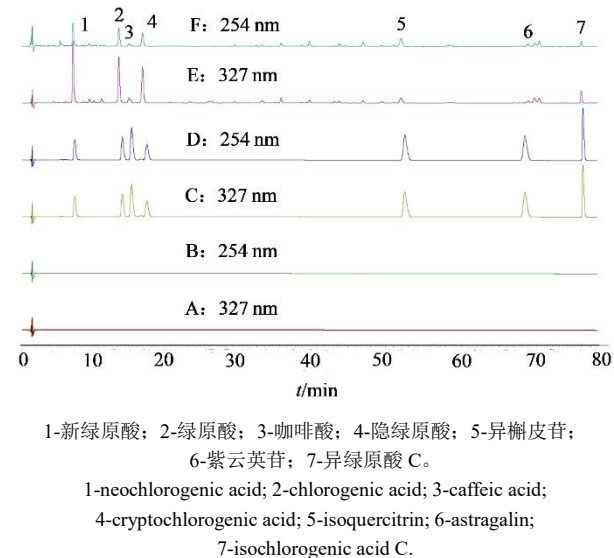


图 1 空白溶液 (A、B)、对照品溶液 (C、D)、S1 样品溶液 (E、F) UPLC 图

Fig. 1 UPLC diagram of blank solution (A, B), reference solution (C, D), and sample solution (E, F)

表 2 线性关系考察结果

Table 2 Results of linear relationship test

化合物	线性回归方程	R^2	线性范围/ μg
新绿原酸	$Y=1\,343.00\,X-25.353\,0$	0.999 6	0.030 40~1.216 00
绿原酸	$Y=1\,463.90\,X-12.996\,0$	0.999 6	0.012 60~1.008 00
咖啡酸	$Y=2\,087.90\,X-0.332\,2$	0.999 9	0.001 24~0.024 80
隐绿原酸	$Y=1\,352.40\,X-5.855\,9$	0.999 1	0.015 20~0.496 00
异槲皮苷	$Y=1\,620.10\,X-6.897\,8$	0.999 8	0.011 20~0.179 20
紫云英苷	$Y=873.56\,X-4.814\,1$	0.999 8	0.007 84~0.117 60
异绿原酸 C	$Y=1\,702.60\,X-6.639\,5$	0.999 0	0.003 64~0.136 00

2.3.3 精密度试验 取“2.2.2”项下混合对照溶液, 按“2.1”项下条件连续进样 6 次, 计算新绿原酸、绿原酸、隐绿原酸、咖啡酸、异槲皮苷、紫云英苷、异绿原酸 C 峰面积 RSD 分别为 0.69%、0.65%、0.66%、0.63%、0.43%、0.83%、0.73%, 表明仪器精密度良好。

2.3.4 重复性试验 取 6 份 S3 样品, 均按“2.2.1”项下方法制备供试品溶液, 按“2.1”项下条件进样, 按“2.3.2”项下方程计算新绿原酸、绿原酸、隐绿原酸、咖啡酸、异槲皮苷、紫云英苷质量分数 RSD 分别为 0.35%、0.12%、0.46%、0.58%、0.78%、0.74%、0.78%, 表明该方法重复性良好。

2.3.5 加样回收试验 精密称定样品 (S3) 6 份 0.25 g, 置于 10 mL 锥形瓶中, 精密加入混合对照品溶液 (新绿原酸、绿原酸、咖啡酸、隐绿原酸、异槲皮苷、紫云英苷、异绿原酸 C 的质量浓度分别为 119 6.30、956.00、34.00、967.00、536.00、169.00、34.00 $\mu\text{g}\cdot\text{mL}^{-1}$) 1 mL, 再精密加入 3 mL 75%乙醇, 称定质量, 按“2.2.1”项下方法制备, 按“2.1”项下条件进样。新绿原酸、绿原酸、隐绿原酸、咖啡酸、异槲皮苷、紫云英苷的平均加样回收率

分别为 96.01%、98.93%、98.52%、98.94%、98.06%、96.22%、98.20%, RSD 分别为 2.29%、3.13%、3.22%、2.71%、1.92%、2.86%、2.38%, 表明该分析方法准确度良好。

2.4 样品测定

取 15 批 PFSL 样品, 按“2.2.1”项下方法制备供试品溶液, 按“2.1”项下条件进行含量测定, 结果如表 3 所示, 不同产地 PFSL 中 7 个化学成分含量不同, 其中新绿原酸、绿原酸、隐绿原酸含量较高。

表 3 黑龙骨茎叶含量测定结果

Table 3 Determination results of stem and leaf content of *Periploca forrestii*

编号	质量分数/($\text{mg}\cdot\text{g}^{-1}$)						
	新绿原酸	绿原酸	咖啡酸	隐绿原酸	异槲皮苷	紫云英苷	异绿原酸C
S1	2.342 2	1.768 2	0.116 7	1.616 6	0.526 9	0.302 8	0.364 6
S2	3.364 0	1.635 4	0.162 2	2.015 6	0.673 6	0.295 6	0.451 2
S3	1.547 1	1.333 6	0.070 6	1.106 3	0.729 0	0.232 7	0.559 5
S4	6.486 0	2.529 9	0.217 0	5.323 4	0.709 2	0.173 1	0.248 0
S5	3.607 3	2.360 1	0.122 1	3.146 5	0.415 7	0.418 3	0.502 6
S6	4.501 7	3.543 8	0.072 2	3.599 4	1.931 1	0.273 7	1.232 4
S7	9.402 1	4.159 4	0.100 9	8.367 1	1.931 1	0.321 1	0.273 3
S8	6.376 7	4.547 9	0.041 6	6.363 6	2.775 8	0.259 1	0.311 0
S9	2.427 5	1.816 5	0.058 9	2.062 1	0.667 1	0.172 9	0.807 3
S10	5.750 9	3.826 3	0.047 0	5.547 1	2.419 9	0.261 1	0.429 9
S11	1.384 8	0.893 9	0.042 7	0.908 1	0.343 6	0.280 4	0.490 8
S12	7.832 0	4.458 7	0.126 3	5.191 3	0.909 9	0.232 1	0.589 7
S13	6.990 9	9.888 8	0.286 9	4.460 3	1.108 5	0.372 6	0.402 4
S14	12.012 0	9.503 1	0.242 3	6.236 4	3.270 3	0.422 2	0.861 7
S15	10.679 8	7.394 9	0.308 5	3.175 2	1.528 8	0.597 8	0.399 3

2.5 化学模式识别

2.5.1 聚类分析 (HCA) 以 15 批黑龙骨茎叶中 7 个成分含量为变量, 应用 SPSS 26.00 软件采用组间连接法进行 HCA, 结果如图 2 所示。当距离为 15 时, 聚类分为 3 类, S1~S3、S5、S9、S11 为第 I 类; S4、S6~S8、S10、S12 第 II 类; S13~S15 为第 III 类。

2.5.2 主成分分析 (PCA) PCA 是对相关变量进行分类, 在保持原有数据信息前提下, 对数据进行降维处理, 达到简化指标目的的一种分析方法。该法将原有的相关性变量重组转换成新的变量, 转换后的变量称为主成分。以 15 批 PFSL 样品中 7 个指标成分含量测定结果为变量进行 PCA, 结果见表 4。3 个主成分的累积贡献率为 89.045%, 按照 PCA 结果可将 15 批 PFSL 划分为 3 类。PCA 结果与 HCA 一致。

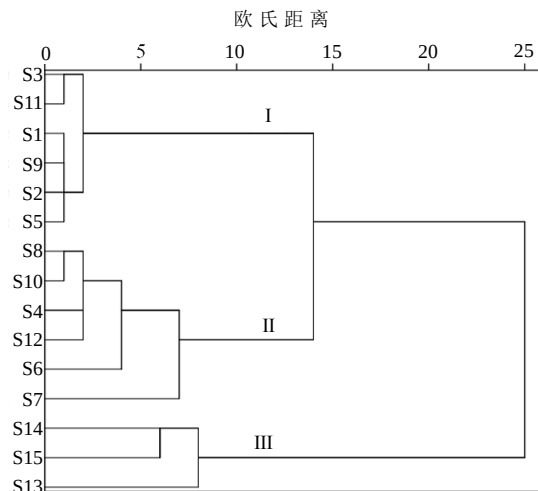


图 2 聚类分析谱系图

Fig. 2 Cluster analysis pedigree diagram

表 4 特征值及方差贡献率

Table 4 Eigenvalue and variance contribution rate			
主成分	特征值	方差贡献率/%	累积方差贡献率/%
1	3.642	53.030	52.030
2	1.458	21.260	73.290
3	1.103	15.755	89.045

由图 3 可知, PCA 中特征值的变化曲线在第 3 个点是个过渡点, 说明 3 个主成分的分析结果可以基本显示不同产地 PFSL 之间的质量, 能较为全面地反映 15 批样品大部分信息。

因子载荷矩阵在一定程度上能反映各主成分与原始变量之间的相关系数, 反馈 3 个主成分对 PCA 模型的贡献能力。结果见表 5, 新绿原酸、绿原酸、咖啡酸、紫云英苷在主成分 1 上具有较高的正载荷; 隐绿原酸、异槲皮苷在主成分 2 上具有较高的正载荷; 异绿原酸 C 在主成分 3 上具有较高的正载荷。

将 15 批不同产地的 PFSL 成分含量导入 SIMCA 14.0 软件得主成分得分图 (图 4)。采用 SPSS 软件计算主成分得分, 以各主成分对应的方差贡献率为权重计算综合得分, 计算公式为 $Z_{\text{综合}} = 0.58 Z_1 + 0.24 Z_2 + 0.18 Z_3$, 具体结果见表 6。S14 综合得分最高,

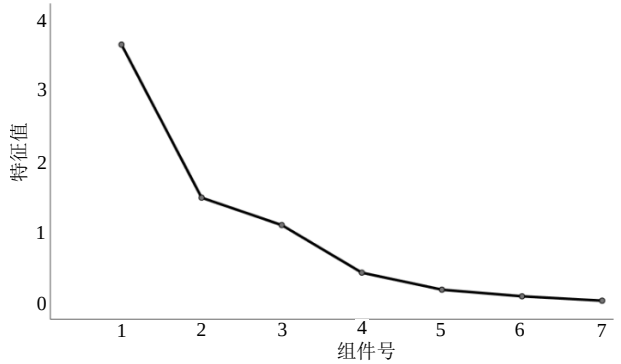


图 3 主成分分析碎石图

Fig. 3 Principal component analysis gravel diagram

表 5 因子载荷矩阵

Table 5 Factor loading matrix			
名称	主成分1	主成分2	主成分3
新绿原酸	0.960	0.086	-0.073
绿原酸	0.921	-0.093	0.164
咖啡酸	0.687	-0.632	0.022
隐绿原酸	0.700	0.551	-0.382
异槲皮苷	0.703	0.605	0.131
紫云英苷	0.642	-0.557	0.208
异绿原酸C	-0.058	0.304	0.929

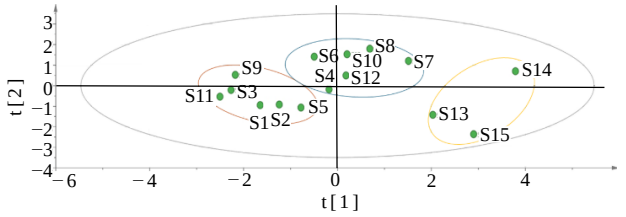


图 4 主成分得分图

Fig. 4 Principal component score plot

表 6 主成分得分和综合得分

Table 6 Principal component score and composite score				
编号	主成分1	主成分2	主成分3	综合得分
S1	-0.862	-0.778	-0.327	-0.750
S2	-0.649	-0.748	-0.121	-0.580
S3	-1.187	-0.170	0.269	-0.690
S4	-0.096	-0.143	-1.504	-0.360
S5	-0.410	-0.873	0.069	-0.440
S6	-0.262	1.155	2.328	0.530
S7	0.791	0.981	-1.488	0.430
S8	0.360	1.475	-0.985	0.390
S9	-1.140	0.422	0.813	-0.420
S10	0.109	1.247	-0.539	0.270
S11	-1.314	-0.450	0.086	-0.860
S12	0.095	0.398	-0.202	0.120
S13	1.062	-1.157	-0.088	0.330
S14	1.987	0.584	1.345	1.540
S15	1.517	-1.943	0.345	0.480

且得分大于 1, 说明在 15 批不同产地的样品中, 此产地的 PFSL 成分含量最优。

2.5.3 正交偏最小二乘判别分析 (OPLS-DA) 为进一步分析 15 批不同产地样品间的差异, 采用 SIMCA14.0 软件进行 OPLS-DA (图 5), 15 批产地样品分为 3 类, 与 HCA 和 PCA 结果一致。

变量投影重要度 (VIP) 是筛选不同产地差异性的重要指标, 以 VIP 值大于 1 为条件, 筛选出 6 个差异性成分 (图 6), 按 VIP 大小排序依次为隐绿原

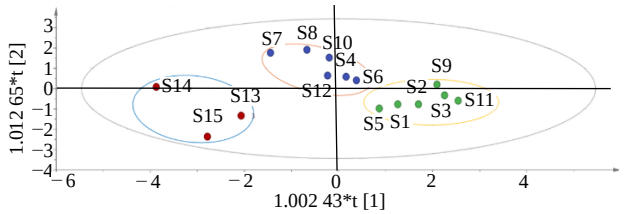


图 5 OPLS-DA 得分图

Fig. 5 OPLS-DA score plot

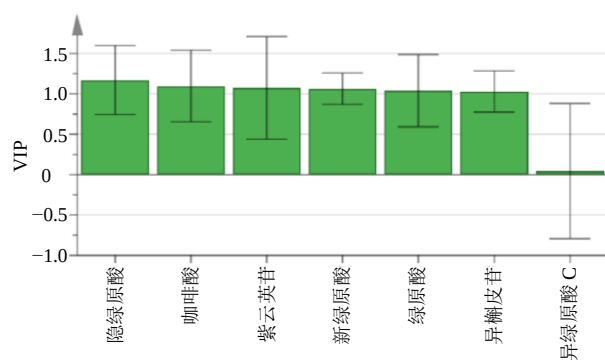


图 6 黑龙骨茎叶 VIP 图

Fig. 6 VIP diagram of stem and leaf of *Periploca forrestii*

酸>咖啡酸>紫云英苷>新绿原酸>绿原酸>异槲皮苷,这6个成分是15批PFSL的主要差异成分。

3 讨论

3.1 流动相及检测波长的选择

本研究考察流动相(甲醇-0.1%甲酸水、甲醇-0.1%乙酸水、甲醇-0.1%磷酸水、乙腈-0.1%磷酸水及乙腈-0.1%甲酸水),考察柱温(25、30、35℃),体积流量(0.1、0.2、0.3 mL·min⁻¹),进样体积(0.5、0.8、1.0、2.0 μL)对基线平稳度、色谱峰峰形及分离度的影响,最终选择流动相为乙腈-0.1%磷酸水、柱温30℃、体积流量0.2 mL·min⁻¹、进样量0.8 μL的色谱条件。

本研究采用二极管阵列检测器(DAD),对7个成分的单一对照品进行全波长扫描,结果表明,新绿原酸、绿原酸、隐绿原酸、咖啡酸、异绿原酸C在327 nm下为最大紫外吸收波长,异槲皮苷和紫云英苷在202 nm和254 nm下均显示有紫外吸收,在254 nm下基线较平稳,分离度较高,因此检测波长选择254 nm。

3.2 化学模式识别分析

本研究通过HCA、PCA及OPLS-DA对PFSL含量进行综合评价分析,通过HCA发现,15批黑PFSL可聚为3类,表明不同产地的PFSL存在一定差异,可能与不同产地土壤、降水量、气候等地理环境有关,该分析可为筛选药材种植地提供参考。

PCA以主成分特征值和方差贡献率为筛选原则,提取出的3个主成分累计贡献率达到89.045%,可以代表15批PFSL的基本特性和大部分信息。通过OPLS-DA,以VIP>1筛选出隐绿原酸、咖啡酸、紫云英苷、新绿原酸、绿原酸、异槲皮苷共6种主要差异成分,可用来区分不同产地PFSL的质量,

为其质量控制及评价提供参考。

本研究通过多成分含量测定与化学计量学相结合的方式,可有效评价不同产地PFSL的质量差异,为PFSL质量控制提供参考。

利益冲突 所有作者均声明不存在利益冲突

参考文献

- [1] 中国科学院中国植物志编辑委员会. 中国植物志(第六十三卷) [M]. 北京: 科学出版社, 1977: 210-213
Editorial Committee of Flora of China, Chinese Academy of Sciences. *Flora of China* (Volume 63,) [M]. Beijing: Science Press, 1977: 210-213.
- [2] 邱德文, 杜江. 中华本草苗药卷 [M]. 贵阳: 贵州科技出版社, 2005: 526-527.
Qiu D W, Du J. *Chinese Herbal Medicine (Miao Medicine Volume)* [M]. Guiyang: Guizhou Science and Technology Press, 2005: 526-527.
- [3] 安兰兰, 李开敏, 何倩倩, 等. 基于6种咖啡酰基奎宁酸类成分结合化学计量法评价不同产地苗药黑骨藤的质量 [J]. 中草药, 2020, 51(22): 5850-5855.
An L L, Li K M, He Q Q, et al. Evaluating the quality of Miao medicine *Periploca forrestii* Schltr based on 6 caffeoylquinic acid components combined with stoichiometry [J]. *Chin Tradit Herb Drugs*, 2020, 51(22): 5850-5855.
- [4] 周环娟, 安兰兰, 付艳, 等. 黑骨藤化学成分与生态因子和土壤因子的相关性 [J]. 中国实验方剂学杂志, 2021, 27(16): 141-149.
Zhou H J, An L L, Fu Y, et al. Correlation of chemical components in *Periploca forrestii* with ecological and soil factors [J]. *Chin J Exp Tradit Med Form*, 2021, 27(16): 141-149.
- [5] 朱文卿, 李玲玉, 张利, 等. 咖啡酰基奎宁酸类化合物抑菌活性的网络药理学研究 [J]. 食品工业科技, 2021, 42(13): 11-20.
Zhu W Q, Li L Y, Zhang L, et al. Network pharmacology study on the antibacterial activity of caffeoylquinic acids [J]. *Sci Technol Food Ind*, 2021, 42(13): 11-20.
- [6] 李玉凤, 张谦华, 林雀跃, 等. 玉叶金花中咖啡酰基奎宁酸类成分抗炎活性研究 [J]. 长春中医药大学学报, 2022, 38(2): 161-164.
Li Y F, Zhang Q H, Lin Q Y, et al. Study on the anti-inflammatory activities of caffeoylquinic acid from *Mussaenda pubescens* Ait.F [J]. *J Changchun Univ Chin Med*, 2022, 38(2): 161-164.
- [7] 宋亚玲, 王红梅, 倪付勇, 等. 金银花中酚酸类成分及其抗炎活性研究 [J]. 中草药, 2015, 46(4): 490-495.

- Song Y L, Wang H M, Ni F Y, et al. Study on anti-inflammatory activities of phenolic acids from *Lonicerae Japonicae* Flos [J]. Chin Tradit Herb Drugs, 2015, 46(4): 490-495.
- [8] 刘刚, 王瑞鑫, 刘育辰, 等. 黑龙骨茎叶抗类风湿性关节炎作用研究 [J]. 中国药事, 2024, 38(1): 89-95.
- Liu G, Wang R X, Liu Y C, et al. Study on the anti-rheumatoid arthritis effect of *Periploca forrestii* schltr. stem leaves [J]. Chin Pharm Aff, 2024, 38(1): 89-95.
- [9] 潘洁, 王昌权, 李奎, 等. 基于大鼠类风湿性关节炎模型建立黑骨藤的 PK-PD 模型 [J]. 中草药, 2020, 51(20): 5194-5200.
- Pan J, Wang C Q, Li K, et al. Pharmacokinetic-pharmacodynamic link model of *Periploca forrestii* based on rheumatoid arthritis rat model [J]. Chin Tradit Herb Drugs, 2020, 51(20): 5194-5200.
- [10] Fu X H, Lyu X L, Liu H, et al. Chlorogenic acid inhibits BAFF expression in collagen-induced arthritis and human synoviocyte MH7A cells by modulating the activation of the NF- κ B signaling pathway [J]. J Immunol Res, 2019, 2019: 8042097.
- [11] Wang W F, Sun W, Jin L X. Caffeic acid alleviates inflammatory response in rheumatoid arthritis fibroblast-like synoviocytes by inhibiting phosphorylation of I κ B kinase α/β and I κ B α [J]. Int Immunopharmacol, 2017, 48: 61-66.
- [12] 杨敏. 苦丁茶中异绿原酸的提取纯化工艺及其抗类风湿性关节炎的药效学研究 [D]. 武汉: 湖北中医药大学, 2017.
- Yang M. Extraction and purification of isochlorogenic acid from Kuding tea and its pharmacodynamic study on rheumatoid arthritis [D]. Wuhan: Hubei University of Chinese Medicine, 2017.
- [13] Kim B H, Choi J S, Yi E H, et al. Relative antioxidant activities of quercetin and its structurally related substances and their effects on NF- κ B/CRE/AP-1 signaling in murine macrophages [J]. Mol Cells, 2013, 35(5): 410-420.
- [14] Chen J R, Zhong K X, Qin S Q, et al. Astragalin: A food-origin flavonoid with therapeutic effect for multiple diseases [J]. Front Pharmacol, 2023, 14: 1265960.

[责任编辑 兰新新]