

中图分类号: R917; R927.1 文献标志码: A 文章编号: 1006-4931(2026)10-0084-05
doi:10.3969/j.issn.1006-4931.2026.10.017



高效液相色谱法同时测定朱砂根药材中5种成分含量及化学计量学分析*

石慧^{1,2,3}, 张金鹤¹, 李文娅¹, 周英², 张丽艳¹, 董秀⁴, 马兴艳¹, 俸婷婷^{1,2,3,Δ}

(1. 贵州中医药大学药学院, 贵州 贵阳 550025; 2. 贵州中医药大学贵州省现代中药创制全省重点实验室, 贵州 贵阳 550025; 3. 贵州中医药大学药食两用资源应用与开发研究中心, 贵州 贵阳 550025; 4. 贵州三力制药股份有限公司, 贵州 安顺 561100)

摘要:目的 建立同时测定朱砂根药材中5种成分含量的高效液相色谱(HPLC)法,并结合化学计量学分析药材质量。方法 色谱柱为 Diamonsil - C₁₈柱(250 mm × 4.6 mm, 5 μm),流动相为0.1%磷酸水溶液-乙腈(梯度洗脱),流速为1.0 mL/min,检测波长为203 nm(槲儿茶酸、百两金皂苷A、百两金皂苷B)和275 nm(没食子酸、岩白菜素),柱温为30 °C,进样量为10 μL。并进行分层聚类分析(HCA)、主成分分析(PCA)及正交偏最小二乘法-判别分析(OPLS-DA)。结果 没食子酸、槲儿茶酸、岩白菜素、百两金皂苷A、百两金皂苷B质量浓度分别在0.250 8~2.088, 1.530~12.73, 38.79~322.9, 67.78~762.5, 57.90~482.1 μg/mL范围内与峰面积线性关系良好($r = 0.995 8, 0.999 0, 0.997 8, 0.999 1, 0.999 5$);精密性、稳定性、重复性试验结果的RSD < 5.0%;平均加样回收率分别为106.97%, 102.28%, 107.14%, 97.82%, 99.50%, RSD分别为4.16%, 1.97%, 2.27%, 1.29%, 1.14% ($n = 6$)。HCA结果显示,10批药材样品可聚为2类;PCA和OPLS-DA结果显示,岩白菜素和百两金皂苷A可能是导致药材样品组间差异的关键成分。结论 建立的方法简便灵敏,精密性、重复性良好,结合化学计量学分析,可用于朱砂根的质量控制。

关键词:朱砂根;高效液相色谱法;化学计量学;含量测定;岩白菜素;百两金皂苷A

Simultaneous Determination of Five Components in Ardisiae Crenatae Radix by High - Performance Liquid Chromatography and Chemometrics Analysis

SHI Hui^{1,2,3}, ZHANG Jinhe¹, LI Wenyua¹, ZHOU Ying², ZHANG Liyan¹, DONG Xiu⁴, MA Xingyan¹, FENG Tingting^{1,2,3,Δ}

(1. School of Pharmacy, Guizhou University of Traditional Chinese Medicine, Guiyang, Guizhou 550025, China; 2. Guizhou Provincial Key Laboratory of Modern Traditional Chinese Medicine Creation, Guizhou University of Traditional Chinese Medicine, Guiyang, Guizhou 550025, China; 3. Research Center for Application and Development of Medicinal and Edible Resources, Guizhou University of Traditional Chinese Medicine, Guiyang, Guizhou 550025, China; 4. Guizhou Sanli Pharmaceutical Co., Ltd., Anshun, Guizhou 561100, China)

Abstract: Objective To establish a high - performance liquid chromatography (HPLC) method for the simultaneous determination of five components, and to evaluate the quality of the medicinal material combined with chemometrics analysis. **Methods** The chromatographic column was Diamonsil - C₁₈ column (250 mm × 4.6 mm, 5 μm), the mobile phase was 0.1% phosphoric acid solution - acetonitrile (gradient elution), the flow rate was 1.0 mL/min, the detection wavelengths were 203 nm (gallocatechin, ardisiacrispin A, and ardisiacrispin B) and 275 nm (gallic acid and bergenin), the column temperature was 30 °C, and the injection volume was 10 μL. Hierarchical cluster analysis (HCA), principal component analysis (PCA), and orthogonal partial least squares - discriminant analysis (OPLS - DA) were performed. **Results** The linear range of gallic acid, gallocatechin, bergenin, ardisiacrispin A, and ardisiacrispin B were 0.250 8 - 2.088, 1.530 - 12.73, 38.79 - 322.9, 67.78 - 762.5, and 57.90 - 482.1 μg/mL, respectively ($r = 0.995 8, 0.999 0, 0.997 8, 0.999 1, 0.999 5$). The RSDs of precision, stability, and repeatability test results were all lower than 5.0%. The average recoveries were 106.97%, 102.28%, 107.14%, 97.82%, and 99.50%, with RSDs of 4.16%, 1.97%, 2.27%, 1.29%, and 1.14%, respectively ($n = 6$). HCA results indicated that the 10 batches of samples could be clustered into two groups. PCA and OPLS - DA results indicated that bergenin and ardisiacrispin A might be the key components affecting the quality of the medicinal material. **Conclusion** The established method is simple, sensitive, precise, and reproducible. Combined with chemometrics analysis, which can be used for the quality control of Ardisiae Crenatae Radix.

Key words: Ardisiae Crenatae Radix; HPLC; chemometrics; content determination; bergenin; ardisiacrispin A

* 基金项目: 贵州省科技计划项目[黔科合基础-ZK[2022]一般483, 黔科合平台人才-CXTD[2023]020, 黔科合平台ZSYS(2025)019]; 贵州省教育厅高校科技创新团队项目[黔教技[2023]069号]; 贵州省高层次创新型人才项目[黔科合平台人才-GCC[2023]047]; 国家中医药管理局高水平中医药重点学科建设项目[zzyzdxx-2023185]。

第一作者: 石慧, 女, 博士研究生, 讲师, 研究方向为中药民族药药效物质基础及质量控制, (电子信箱)shi115729@163.com。

Δ通信作者: 俸婷婷, 女, 博士研究生, 教授, 研究方向为中药民族药及食药资源基础与应用开发, (电子信箱)ftt0809@163.com。

朱砂根为紫金牛科植物朱砂根 *Ardisia crenata* Sims. 的干燥根, 主要分布于贵州、云南、广西、广东等地^[1]。该药材具有解毒消肿、活血止痛、祛风除湿的功效, 用于治疗咽喉肿痛、风湿痹痛、跌打损伤等^[2-3]。朱砂根药材中含三萜皂苷、香豆素类、糖类、强心苷、酚类、醌类、氨基酸及挥发油等化合物^[4-6], 具有止咳平喘、抗炎抗菌及抗肿瘤活性等多重药理学活性^[7-9]。2025年版《中国药典(一部)》中以岩白菜素为朱砂根药材指标性成分; 有研究表明, 朱砂根药材指标性成分多为岩白菜素及总皂苷^[10-11], 在药材质量控制方面有一定的局限性。为此, 本研究中建立了测定朱砂根药材中5种成分含量的高效液相色谱(HPLC)法, 并结合多元化学计量学, 比较不同产地朱砂根的质量差异, 为该药材的质量标准提升提供理论依据。现报道如下。

1 仪器与试剂

1.1 仪器

Agilent - 1260 型高效液相色谱仪(美国 Agilent 公司); FW - 177 型中草药粉碎机(天津市泰斯特仪器有限公司); HH - S6A 型水浴锅(北京科伟永兴仪器有限公司); XS - 205 型分析天平(瑞士 Mettler Toledo 公司, 精度为 0.01 mg)。

1.2 试剂

没食子酸、槲儿茶酸、岩白菜素、百两金皂苷 A、百两金皂苷 B 对照品(成都普思生物科技有限公司, 批号分别为 PS000688、PS011955、PS000991、PS011511、PS011507, 含量 $\geq 98\%$), 乙腈为色谱纯, 磷酸为分析纯, 水为屈臣氏饮用水。药材均经贵州中医药大学魏升华教授鉴定为正品(信息见表 1)。

表 1 药材样品信息

Tab. 1 Information of medicinal material samples

编号	产地	批号	编号	产地	批号
S1	重庆	2021030	S6	贵州贵阳	2021051
S2	重庆	2021032	S7	江西九江	2019061
S3	广西贺州	2021061	S8	贵州贵阳	2019071
S4	贵州安顺	2020061	S9	贵州都匀	2019072
S5	贵州兴义	2021071	S10	贵州都匀	2019062

2 方法与结果

2.1 样品含量测定

2.1.1 色谱条件

色谱柱: Diamonsil - C₁₈ 柱(250 mm × 4.6 mm, 5 μm); 流动相: 0.1% 磷酸水溶液(A) - 乙腈(B), 梯度洗脱(0~22 min 时 92%A, 22~30 min 时 92%A → 70%A, 30~40 min 时 70%A, 40~60 min 时 70%A → 60%A, 60~65 min 时 60%A → 0A); 流速: 1.0 mL/min;

检测波长: 203 nm(槲儿茶酸、百两金皂苷 A、百两金皂苷 B), 275 nm(没食子酸、岩白菜素); 柱温: 30 °C; 进样量: 10 μL。

2.1.2 溶液制备

混合对照品溶液: 分别取没食子酸、槲儿茶酸、岩白菜素、百两金皂苷 A、百两金皂苷 B 对照品适量, 精密称定, 加 50% 甲醇超声(功率 200 W, 频率 40 kHz)溶解, 摇匀, 作为单一对照品贮备液; 各取适量, 加 50% 甲醇, 制成质量浓度分别为 3.135 μg/mL、19.12 μg/mL、0.4848 mg/mL、0.8472 mg/mL、0.7238 mg/mL 的混合对照品溶液^[12]。

供试品溶液: 取药材样品约 0.5 g, 精密称定, 置烧瓶中, 精密加甲醇 25 mL, 称定质量, 加热回流 40 min, 放冷至室温, 再次称定质量, 用甲醇补足减失的质量, 摇匀, 经 0.22 μm 微孔滤膜过滤, 取续滤液, 即得^[12]。

阴性对照品溶液: 不加样品, 按供试品溶液制备方法制备阴性对照品溶液。

2.1.3 方法学考察

系统适用性试验: 取 2.1.2 项下混合对照品溶液、供试品溶液、阴性对照品溶液各适量, 按 2.1.1 项下色谱条件进样测定, 记录色谱图。结果理论板数按没食子酸峰计应不低于 3 000; $R > 1.5$, 基线分离良好。详见图 1。

线性关系考察: 分别精密量取 2.1.2 项下混合对照品溶液适量, 加 50% 甲醇制成系列混合对照品溶液。各精密量取 10 μL, 按 2.1.1 项下色谱条件进样测定, 记录峰面积。以待测成分质量浓度(X , μg/mL)为横坐标、峰面积(Y)为纵坐标进行线性回归, 得回归方程和线性范围。结果见表 2。

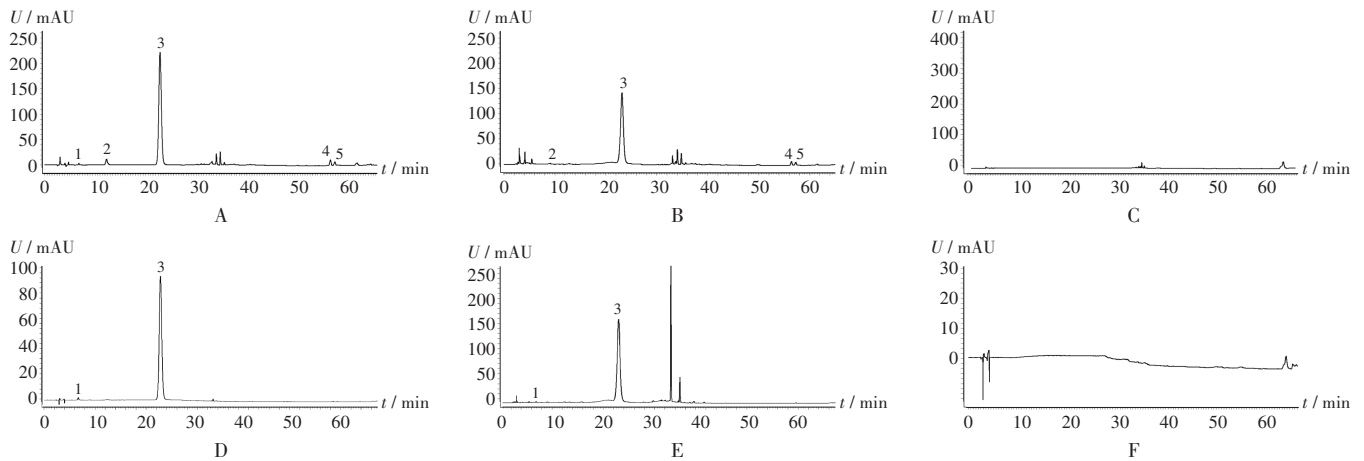
表 2 线性关系考察结果($n = 6$)

Tab. 2 Results of linear relationship investigation ($n = 6$)

待测成分	回归方程	r	线性范围(μg/mL)
没食子酸	$Y_1 = 24.622X_1 - 1.9173$	0.9958	0.2508~2.088
槲儿茶酸	$Y_2 = 30.088X_2 + 121.03$	0.9990	1.530~12.73
岩白菜素	$Y_3 = 11.081X_3 - 60.129$	0.9978	38.79~322.9
百两金皂苷 A	$Y_4 = 0.2578X_4 - 4.1042$	0.9991	67.78~762.5
百两金皂苷 B	$Y_5 = 0.257X_5 + 2.0934$	0.9995	57.90~482.1

精密度试验: 取 2.1.2 项下混合对照品溶液适量, 按 2.1.1 项下色谱条件连续进样测定 6 次, 记录峰面积。结果, 没食子酸、槲儿茶酸、岩白菜素、百两金皂苷 A、百两金皂苷 B 峰面积的 RSD 分别为 0.42%, 2.11%, 0.53%, 2.60%, 2.14% ($n = 6$), 表明仪器精密度良好。

稳定性试验: 取 2.1.2 项下供试品溶液(编号 S1)适



1. 没食子酸 2. 槲儿茶酸 3. 岩白菜素 4. 百两金皂苷 A 5. 百两金皂苷 B

A. 混合对照品溶液(203 nm) B. 供试品溶液(203 nm) C. 阴性对照品溶液(203 nm) D. 混合对照品溶液(275 nm) E. 供试品溶液(275 nm) F. 阴性对照品溶液(275 nm)

图1 高效液相色谱图

1. Gallic acid 2. Gallocatechin 3. Bergenin 4. Ardisiacrispin A 5. Ardisiacrispin B

A. Mixed reference solution (203 nm) B. Test solution (203 nm) C. Negative reference solution (203 nm) D. Mixed reference solution (275 nm) E. Test solution (275 nm) F. Negative reference solution (275 nm)

Fig. 1 HPLC chromatograms

量,分别于室温下放置0, 2, 4, 6, 8, 12, 24, 36 h时按2. 1. 1项下色谱条件进样测定,记录峰面积。结果,没食子酸、槲儿茶酸、岩白菜素、百两金皂苷 A、百两金皂苷 B峰面积的RSD分别为4. 70%, 2. 57%, 3. 19%, 2. 73%, 1. 67% ($n=8$),表明供试品溶液室温放置36 h内基本稳定。

重复性试验:取药材样品(编号S1)适量,精密称定,各6份,按2. 1. 2项下方法制备供试品溶液,再按2. 1. 1项下色谱条件进样测定,记录峰面积,并计算含量。结果,没食子酸、槲儿茶酸、岩白菜素、百两金皂苷 A、百两金皂苷 B平均含量分别为28. 29 $\mu\text{g/g}$ 、249. 77 $\mu\text{g/g}$ 、6. 91 mg/g 、32. 25 mg/g 、24. 05 mg/g , RSD分别为1. 91%, 1. 65%, 1. 38%, 2. 04%, 1. 34% ($n=6$),表明方法重复性良好。

加样回收试验:取已知含量药材样品(编号S1)适量,共6份,分别加入一定质量浓度的待测成分对照品溶液,按2. 1. 2项下方法制备供试品溶液,再按2. 1. 1项下色谱条件进样测定,记录峰面积并计算回收率。结果没食子酸、槲儿茶酸、岩白菜素、百两金皂苷 A、百两金皂苷 B平均回收率分别为106. 97%, 102. 28%, 107. 14%, 97. 82%, 99. 50%, RSD分别为4. 16%, 1. 97%, 2. 27%, 1. 29%, 1. 14% ($n=6$)。

2. 1. 4 含量测定

取10批药材样品各适量,分别按2. 1. 2项下方法制备供试品溶液,再按2. 1. 1项下色谱条件进样,平行测定3次,记录峰面积并计算样品含量。结果见表3。

表3 药材样品含量测定结果(mg/g , $n=3$)

Tab. 3 Results of content determination of medicinal material samples (mg/g , $n=3$)

编号	没食子酸	槲儿茶酸	岩白菜素	百两金皂苷 A	百两金皂苷 B
S1	0. 040 4	0. 548 5	14. 62	52. 91	12. 05
S2	0. 041 5	0. 467 3	14. 46	44. 32	5. 748
S3	0. 043 4	0. 114 4	14. 01	12. 01	25. 37
S4	0. 042 1	0. 954 4	14. 03	2. 096	69. 99
S5	0. 047 8	2. 235 7	17. 34	2. 481	78. 76
S6	0. 045 7	1. 194 6	19. 49	3. 281	128. 4
S7	0. 042 3	0. 718 1	15. 91	1. 908	63. 68
S8	0. 037 1	0. 033 4	17. 20	21. 66	21. 41
S9	0. 041 6	0. 314 8	20. 02	2. 344	82. 01
S10	0. 042 5	0. 052 5	14. 19	2. 537	75. 76

2. 2 化学模式识别

分层聚类分析(HCA):采用SPSS 26. 0统计学软件分析。以10批药材样品中没食子酸、槲儿茶酸、岩白菜素、百两金皂苷 A及百两金皂苷 B的含量为变量,采用组间平均数联结法^[12],对朱砂根药材样品进行HCA。当平方欧式距离为20时,10批朱砂根药材样品可聚为2类,其中第1类为S1 - S4, S7 - S8, S10;第2类为S5 - S6, S9。详见图2。

主成分分析(PCA):采用SPSS 26. 0统计学软件分析。以10批药材样品中没食子酸、槲儿茶酸、岩白菜素、百两金皂苷 A及百两金皂苷 B的含量为变量,设定主成分特征值 > 1为提取标准,提取得到2个主成分,其累计

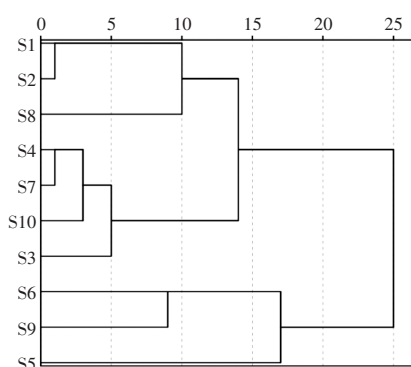


图2 聚类分析树状图

Fig. 2 Dendrogram of CA

方差贡献率为80.284%，表明2个主成分可较好地解释原有变量包含的信息，其特征值与贡献率见表4。从因子载荷矩阵(见表5)可知，主成分1主要反映了没食子酸、槲儿茶酸、岩白菜素及百两金皂苷B的信息，主成分2主要反映了百两金皂苷A的信息。采用SIMCA 14.1软件对各成分含量数据构建PCA模型，10批药材样品分居于不同象限，且各散点均在95%置信区间椭圆范围内，提示所有检测数据无异常。但各散点较分散，10批药材样品组间和组内的差异均较大^[13]。详见图3。

正交偏最小二乘法-判别分析(OPLS-DA):在PCA基础上进行OPLS-DA建模分析,获得OPLS-DA

表4 主成分特征值和累计方差贡献率

主成分	特征值	方差贡献率(%)	累计方差贡献率(%)
1	2.975	59.509	59.509
2	1.039	20.775	80.284
3	0.681	13.619	93.903
4	0.182	3.644	97.547
5	0.123	2.453	100.000

表5 主成分分析因子载荷矩阵

Tab. 5 Factor loading matrix of PCA

编号	成分	主成分1	主成分2	编号	成分	主成分1	主成分2
C1	没食子酸	0.813	0.496	C4	百两金皂苷A	-0.765	0.337
C2	槲儿茶酸	0.727	0.572	C5	百两金皂苷B	0.915	-0.261
C3	岩白菜素	0.603	-0.533				

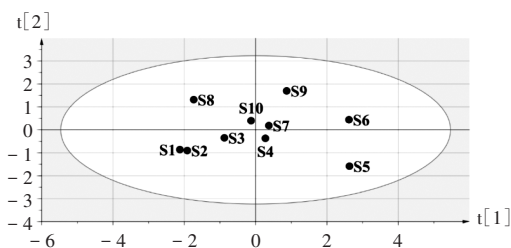


图3 主成分分析得分图

Fig. 3 PCA score plot

模型(得分图见图4),其中模型参数 $R^2X = 0.997$ 、 $R^2Y = 0.884$ 、 $Q^2 = 0.808$,3个参数 > 0.5 ,提示模型稳定可靠^[14]。模型具有较好的解释预测能力,通过200次置换验证(见图5), R^2 和 Q^2 的回归线斜率 > 0 , R^2 和 Q^2 的回归线截距分别为0.248和-0.905,表明置换验证结果较理想,不存在过拟合现象^[15]。10批药材样品被分为3类,重庆和贵州贵阳(S1、S2、S8)为一类,广西贺州、贵州安顺、江西九江和贵州都匀(S3、S4、S7、S10)为一类,贵州兴义、贵州贵阳和贵州都匀(S5、S6、S9)为一类。变量重要性投影(VIP)值是筛选差异性化合物的重要指标,成分VIP值越大,表明该成分对组间含量差异的影响越大^[16]。通过对VIP值进行分析,得到差异性标志物的VIP得分图(见图6)。以VIP > 1 为阈值,推测岩白菜素和百两金皂苷A可能为对组间含量差异影响较大的成分,是朱砂根药材质量控制的关键成分。

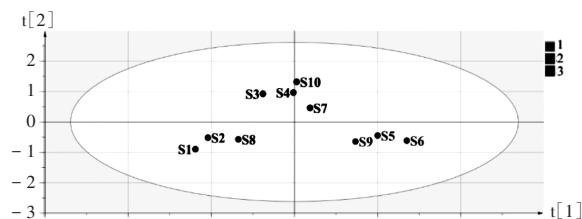


图4 偏最小二乘法-判别得分图

Fig. 4 PLS-DA score plot

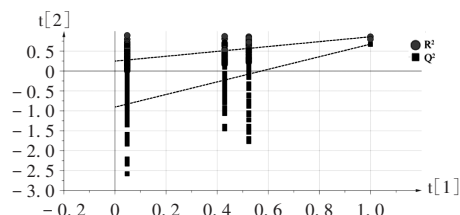


图5 OPLS-DA模型的200次响应排序检验

Fig. 5 Permutation test (200 times) of the OPLS-DA model

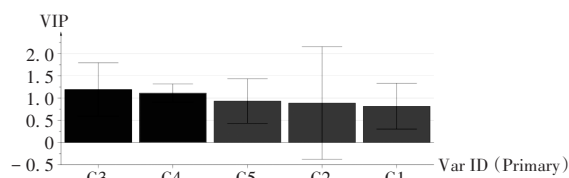


图6 VIP值得分图

Fig. 6 VIP score plot

3 讨论

3.1 色谱条件考察

预试验中考察了不同流动相(甲醇-水,乙腈-水,乙腈-0.05%磷酸溶液,乙腈-0.1%磷酸溶液,乙腈-0.2%磷酸溶液),不同色谱柱(Diamonsil-C₁₈柱,Platisil-C₁₈柱,Agilent 5TC-C₁₈柱),不同柱温(25℃、30℃、35℃)和不同体积流量(0.9 mL/min、1.0 mL/min、1.1 mL/min)。结果以本研究中所选色谱条件为佳。

3.2 供试品溶液制备方法筛选

预试验中分别考察了0.5, 0.8, 1.0, 1.2 g的样品称样量,并考察了超声、回流不同的提取方法,以及40, 60, 80, 100 min的提取时间,以5个成分峰形、分离度、色谱峰面积大小及检测数量为考核指标,确定了最终的供试品溶液制备方法。

3.3 指标成分选择

岩白菜素是朱砂根的主要药效成分之一,具有显著的镇咳、抗炎、增强免疫力、保护肝脏、抗糖尿病、抗病毒等药理作用^[17-19]。百两金皂苷A和百两金皂苷B为朱砂根中的三萜皂苷类化合物,具有抗肿瘤活性^[20]。文琴琴等^[21]采用HPLC法测定了朱砂根药材中百两金皂苷B和岩白菜素的含量,黄珍珍等^[22]同法测定了朱砂根药材中岩白菜素和百两金皂苷A的含量。前期研究表明朱砂根药材中槲儿茶酸具有较好的抗炎活性^[23]。故本研究中选择上述5种成分作为含量测定的指标成分。

3.4 方法评价

本研究中建立了同时测定朱砂根药材中没食子酸、槲儿茶酸、岩白菜素、百两金皂苷A及百两金皂苷B含量的HPLC法,该方法简便快速,精密度、重复性良好。不同批次样品中各成分含量存在差异,这可能与朱砂根的产地、采收季节、加工炮制等因素有关。按VIP值推测岩白菜素和百两金皂苷A可能是朱砂根质量控制的关键成分。

参考文献

- [1] 朱 思. 朱砂根品质评价及其相关药效学研究[D]. 福州: 福建中医药大学, 2016.
- [2] 国家药典委员会. 中华人民共和国药典(一部)[M]. 北京: 中国医药科技出版社, 2020: 143.
- [3] 余成龙, 宋良科, 吴蜀星, 等. 朱砂根药用资源分布及研究进展[J]. 安徽农业科学, 2012, 40(28): 13793 - 13794.
- [4] 叶 晴, 陈金鹏, 凌 悦, 等. 朱砂根化学成分和药理作用的研究进展[J]. 中草药, 2022, 53(9): 2851 - 2860.
- [5] 赵 欧, 杜 莹, 班大明, 等. 苗药八爪金龙中生物活性成分的研究(I)[J]. 湖北农业科学, 2013, 52(19): 4723 - 4725.
- [6] 李 晓, 石 慧, 丁晶鑫, 等. 不同基原八爪金龙药材中黄酮、香豆素类化学成分分析[J]. 中国药房, 2021, 32(4): 443 - 452.
- [7] 张 伟, 李 锐, 李 东, 等. 朱砂根化学成分和药理作用研究进展[J]. 中国实验方剂学杂志, 2011, 17(11): 279 - 282.
- [8] 田振华, 何 燕, 骆红梅, 等. 朱砂根抗炎抗菌作用研究[J].

西北药学杂志, 1998, 13(3): 109 - 110.

- [9] 蔡佳仲. 朱砂根和树豆叶的化学成分及抗肿瘤作用研究[D]. 广州: 广州中医药大学, 2012.
- [10] 户宪珍, 杨长花, 杨文娟, 等. 响应面法优化超声辅助提取朱砂根中岩白菜素的提取工艺[J]. 西北药学杂志, 2019, 34(4): 458 - 462.
- [11] 吴 琴, 陈 珣. 单因素实验结合响应面法优化朱砂根总皂苷的提取工艺[J]. 医药导报, 2014, 33(8): 1080 - 1082.
- [12] 王小平, 杨丽珠, 夏玉苹, 等. 基于化学模式识别技术的不同产地土炒白术质量比较研究[J]. 中国现代中药, 2018, 20(7): 855 - 859.
- [13] 张圣苗, 杨华俊, 谢 姣, 等. 一测多评、化学模式识别及加权TOPSIS模型相结合的润燥止痒胶囊质量差异性评价[J]. 中草药, 2024, 55(14): 4711 - 4721.
- [14] 贵州三力制药股份有限公司. 朱砂根药材的一测多评含量测定方法: 202111516337. 4[P]. 2023 - 07 - 04.
- [15] 陈 旭, 姜建双, 李德华, 等. HPLC指纹图谱和多成分定量结合化学模式识别评价菊苣子质量[J]. 中草药, 2024, 55(13): 4526 - 4534.
- [16] 梅春梅, 陈富贵, 赵雨薇, 等. 不同产地太白贝母中11种核苷与碱基类成分分析及产地差异研究[J]. 中药新药与临床药理, 2024, 35(3): 411 - 418.
- [17] 周玲利, 刘育辰, 彭乐强, 等. 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[J]. 药物评价研究, 2025, 48(2): 455 - 461.
- [18] 董成梅, 杨丽川, 邹 澄, 等. 岩白菜素的研究进展[J]. 昆明医学院学报, 2012, 33(1): 150 - 154.
- [19] ZHANG ZW, LI B, WU SQ, et al. Berberin protects against osteoarthritis by inhibiting STAT3, NF - κ B and Jun pathways and suppressing osteoclastogenesis[J]. Sci Rep, 2024, 14(1): 20292.
- [20] 蔡佳仲, 胡英杰. 百两金皂苷类似物的化学与药理学研究进展[J]. 天然产物研究与开发, 2012, 24(11): 1671 - 1679.
- [21] 文琴琴, 严福林, 任得强, 等. 基于正交试验设计优化朱砂根2种成分提取工艺研究[J]. 广东化工, 2022, 49(4): 37 - 40.
- [22] 黄珍珍, 蔡佳仲, 柯翠敏, 等. HPLC - ELSD法测定朱砂根中岩白菜素和百两金皂苷A的含量[J]. 中南药学, 2012, 10(11): 829 - 832.
- [23] SIEBERT DA, PAGANELLI CJ, QUEIROZ GS, et al. Anti - inflammatory activity of the epicuticular wax and its isolated compounds catechin and gallic acid from *Eugenia brasiliensis* Lam. (Myrtaceae) leaves[J]. Nat Prod Res, 2021, 35(22): 4720 - 4723.

(收稿日期: 2025 - 06 - 24; 修回日期: 2025 - 11 - 29)

中国科技核心期刊 中国科技论文统计源期刊

《中国药业》杂志 特别欢迎重点科研、基金项目论文投稿!