

基于UPLC-Q-TOF-MS指纹图谱结合化学模式识别方法的 重楼药材质量评价

白志奇¹,陈建辉¹,李娜²,崔晓燕³,王玥玥¹,赵胜男¹,杜义龙¹,李艳荣¹,赵春颖¹,熊辉^{1*}

(1.承德医学院河北省中药研究与开发重点实验室,河北 承德 067000;2.承德医学院河北省神经损伤与修复重点实验室,
河北 承德 067000;3.河北省药品医疗器械检定研究院,河北 石家庄 050011)

摘要: **目的** 建立不同批次重楼(*Paris polyphylla*)超高效液相色谱串联四级杆飞行时间质谱联用技术的(UPLC-Q-TOF-MS)指纹图谱,并结合化学模式识别方法对其质量进行评价,为进一步研究提供理论依据。**方法** 采用UPLC-Q-TOF-MS技术建立20批重楼药材的指纹图谱,联用《中药色谱指纹图谱相似度评价系统(2012版)》软件、SIMCA-14.1和IBM SPSS Statistics 27软件进行相似度评价、主成分分析法(PCA)和正交偏最小二乘法判别分析(OPLS-DA)比较不同批次药材间化学信息差异。**结果** 20批重楼药材中药指纹图谱确定了15个共有峰, β -脱皮甾酮、重楼皂苷 I、重楼皂苷 II、重楼皂苷 VII、重楼皂苷 H 这5种化学成分被指认。指纹图谱相似度均 >0.850 。5个主成分经PCA分析得到的累积方差贡献率为77.346%;OPLS-DA分析结果表明有8种成分可作为区分重楼质量的差异标志物。**结论** 建立的重楼的指纹图谱和化学模式识别方法稳定、准确、可靠,可用于重楼的质量评价,为重楼的质量标准建立提供参考。

关键词: UPLC-Q-TOF/MS;重楼;指纹图谱;质量控制;化学模式识别

中图分类号: R284.1

文献标志码: A

文章编号: 1004-6879(2026)05-0391-06

重楼(*Paris polyphylla*)(药材名:*Rhizoma Paridis*),别名蚤休、七叶莲等,为百合科植物云南重楼[*Paris polyphylla* Smith var. *yunnanensis* (Franch.) Hand.-Mazz.]或七叶一枝花[*Paris polyphylla* Smith var. *chinensis* (Franch.) Hara]的干燥根茎^[1],临床上常用于治疗疔疮痈肿、咽喉肿痛、蛇虫咬伤及跌打伤痛,对于惊风抽搐也具有一定疗效^[1]。现代医学研究发现,重楼中所含的主要活性成分为甾体皂苷,黄酮类化合物等^[3-4],在抑菌、抗氧化、抗炎、抗肿瘤等方面发挥一定的药理作用^[5-6]。在抗肿瘤治疗作用上具有巨大潜力^[7-10]。

在重楼的药效得以临床应用之前,必须首先评估其质量优劣与安全性。重楼作为国家二级保护野生植物,其生长环境要求苛刻,野生数量较为稀有^[11-12],当前主要依赖人工种植。受产地、加工方式、人为管理等因素影响,有效成分含量存在较大波动,影响了重楼药材质量控制

的准确性与稳定性^[13]。在用于临床治疗疾病时很难把握具体的疗效,不利于患者疾病的治愈,甚至对患者的健康造成更大的威胁^[14]。因此,对于重楼药材进行统一质量标准的评价显得尤为重要。

现行2025版《中华人民共和国药典》^[1]采用液相色谱法对重楼中所含重楼皂苷 I、重楼皂苷 II 和重楼皂苷 VII 进行含量测定。在建立指纹图谱时,若仅依赖传统液相色谱方法,虽可识别部分共有峰,但对结构相近的皂苷类成分指认能力有限,难以全面反映药材内在质量。中药指纹图谱作为一种重要的质量控制模式,可以借助色谱图整体反映中药及其复方制剂的化学特征。该技术具有信息量丰富、专属性强,并能从整体性和模糊性角度进行综合评价的显著优势^[15-18]。采用中药指纹图谱结合化学模式识别方法,能够高效地从中药复杂数据中筛选出

资助项目:国家自然科学基金委青年科学基金项目(82104384);承德医学院高校基本科研业务费专项项目(KY202316);承德医学院学科建设经费(2023LJ-1);河北省高校重点学科建设项目(冀教高[2013]4);承德医学院中药药效物质基础青年PI科技创新团队(2022)

作者简介:白志奇(2003—),男,在读硕士研究生,研究方向:中药药效物质及质量标志物。

*通信作者:熊辉(1991—),男,博士,副教授,研究方向:中药药效物质及质量标志物;E-mail: xiongh19911101@163.com。

关键差异性成分,并发掘潜在的质量标志物^[20]。该技术显著提升了指纹图谱的分析效率,也为建立基于中药特征成分群的重楼质量评价体系提供了可靠方法,有助于加强药材全过程的质量控制。

1 材料

1.1 药物与试剂

经承德医学院中药研究所的赵春颖教授对来自20个不同产地批次重楼药材进行鉴定,确认其均为干燥重楼药材根茎;质谱级甲醇[Thermo Fisher Scientific(中国)有限公司,批号:220844]、质谱级乙腈(批号:F21L9F201);无水乙醇(福晨(天津)化学试剂有限公司,批号:20240615);屈臣氏饮用水(广州屈臣氏食品饮料有限公司);色谱级磷酸(上海阿拉丁生化科技有限公司,批号:c2127422);OPIMA LC/MS级甲酸[中国赛默飞世尔科技有限公司(Product of Spain)批号:141831]。

1.2 仪器

SCIEX ExionLCTM型超高效液相色谱仪(美国AB SCIEX公司);SCIEX Triple TOFTM500 R型质谱仪(美国AB SCIEX公司);Waters ACQUITY UPLC®HSS T3 1.8 μm (2.1×100 mm)型色谱柱(美国Waters公司);METTLER TOLEDO型电子天平(Made in Switzerland);Velocity 14R型低温高速离心机[Dynamica(德国)];LG-01型一两装高速中药粉碎机(瑞安市百信制药机械有限公司);SB-5200DT型超声波清洗机(宁波新芝生物科技有限公司);VORTE X-5型涡旋振荡仪(泽门市其林贝尔仪器制造公司);98-I-BN型电子调温电热套(天津市泰斯特仪器有限公司);FINNPIPETTE F3型移液器(100~1 000 μL ,10~200 μL)[赛默飞世尔科技(中国)有限公司];药典检验筛(50目3号筛)(绍兴市上虞圣超仪器设备有限公司)。

2 方法与结果

2.1 UPLC条件

选用Waters ACQUITY UPLC®HSS T3 1.8 μm (2.1×100 mm)型色谱柱,以水-0.1%甲酸、乙腈-0.1%甲酸为洗脱溶剂,柱温35 $^{\circ}\text{C}$,流速0.4 $\text{mL}\cdot\text{min}^{-1}$,进样量2 μL 。

2.2 MS条件

采用电喷雾离子源(electrospray ionization,ESI),在负离子模式下采集数据,离子源温度550 $^{\circ}\text{C}$,气帘气压力40 psi,离子源气压55 psi,质量 m/z 扫描范围50~1 500,

碰撞能量10 V,扫描时间0.1 s。

2.3 供试品溶液制备

分别精密称取20批重楼药材粉末0.500 g,置于锥形瓶中,加入20 mL 75%甲醇,经30 min加热回流提取。待溶液冷却后,用75%甲醇补足减失的重量,摇匀,所得溶液通过0.22 μm 微孔滤膜过滤,即得供试品溶液。

2.4 对照品溶液制备

将重楼皂苷 I、II、VI、VII、H,纤细薯蓣皂苷,甲基原纤细薯蓣皂苷,毛蕊糖花苷以及 β -脱皮甾酮精密称定适量,置入10 mL量瓶中,以甲醇为溶剂进行溶解并准确定容,摇匀后即制备成所需浓度的对照品溶液各溶液浓度依次为:2.625 $\text{mg}\cdot\text{mL}^{-1}$ 、3.075 $\text{mg}\cdot\text{mL}^{-1}$ 、2.925 $\text{mg}\cdot\text{mL}^{-1}$ 、2.975 $\text{mg}\cdot\text{mL}^{-1}$ 、2.400 $\text{mg}\cdot\text{mL}^{-1}$ 、2.400 $\text{mg}\cdot\text{mL}^{-1}$ 、2.925 $\text{mg}\cdot\text{mL}^{-1}$ 、2.450 $\text{mg}\cdot\text{mL}^{-1}$ 、2.850 $\text{mg}\cdot\text{mL}^{-1}$ 。

2.5 指纹图谱的建立及化学模式识别分析

2.5.1 精密度试验 精密称定重楼药材样品(CL003) 0.500 g,置于50 mL具塞锥形瓶中,精密加入20 mL 75%甲醇,加热回流30 min,待冷却至室温后,用75%甲醇补足减失的重量,摇匀,由0.22 μm 微孔滤膜过滤,连续进样测定6次。参照重楼皂苷VI色谱峰,计算样品中15个共有峰的相对峰面积RSD值在0.00%~2.93%之间,相对保留时间RSD值在0.00%~1.84%之间,表明该方法下仪器精密度良好,符合分析要求。

2.5.2 稳定性试验 精密称定重楼药材(编号CL003) 0.500 g,置入50 mL具塞锥形瓶,精密加入20 mL 75%甲醇,加热回流30 min,冷却至室温,用75%甲醇补足减失重量,摇匀,经0.22 μm 微孔滤膜过滤,分别于0、3、6、9、12、18、24 h时间点进样分析并记录色谱图。参照重楼皂苷VI色谱峰,计算得到15个共有峰相对保留时间RSD值为0.00%~1.38%,相对峰面积RSD值为0.00%~2.92%,表明供试品溶液在24 h内稳定性良好,满足分析要求。

2.5.3 重复性试验 精密称定重楼药材样品(编号CL003) 0.500 g,置入50 mL具塞锥形瓶,精密加入20 mL 75%甲醇,加热回流30 min,冷却至室温,再次称重并补足减失重量,摇匀,经0.22 μm 微孔滤膜过滤,平行制备6份供试品溶液。参照重楼皂苷VI色谱峰,计算得到15个共有峰的相对峰面积RSD为0.00%~2.95%,相对保留时间RSD为0.00%~1.46%。表明该方法重复性良好,符合分析要求。

2.5.4 指纹图谱的建立 本研究选取20批不同产地的重楼药材样品,依照2.3方法制备供试品溶液,并在2.1所述色谱条件下进行UPLC-Q-TOF-MS分析,采集总离子流图。将所得数据导入“中药色谱指纹图谱相似度评价系

统(2012版)”中,采用平均数法结合多点校正进行峰匹配,时间窗口设为0.1。经图谱比对,共识别出15个共有峰,用于后续相似度评价,见图1、图2。

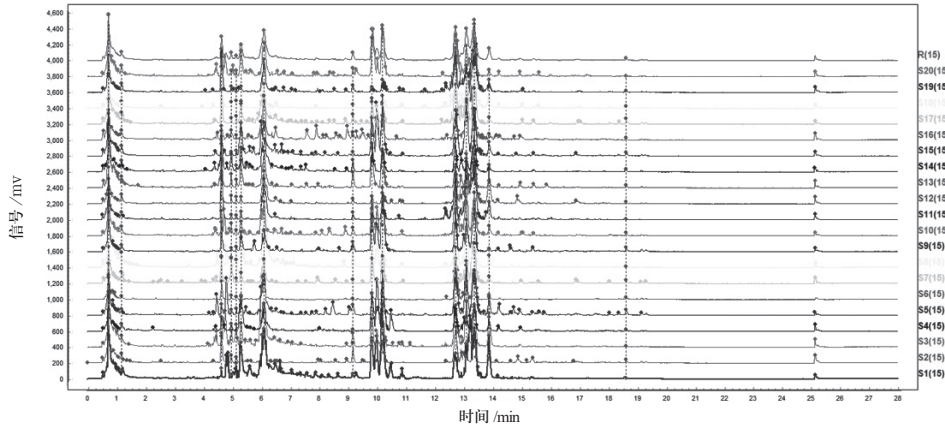
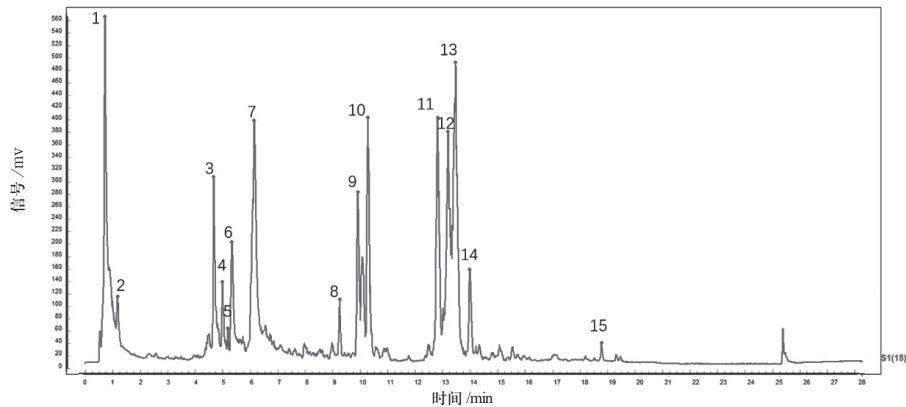


图1 20批重楼药材UPLC-MS负离子指纹图谱



注:3- β -蜕皮甾酮;9-重楼皂苷Ⅶ;10-重楼皂苷H;11-重楼皂苷Ⅱ;13-重楼皂苷Ⅰ。

图2 重楼药材UPLC-MS负离子对照指纹图谱

2.5.5 相似度评价 表1显示了20批重楼样品的指纹图谱相似度评价结果,所有相似度值均高于0.85(范围0.857~0.968)。这一结果说明各批次间化学成分的一致性较高,从整体上推断其质量表现稳定、均一,可用于该药材的综合质量评价。

表1 重楼药材UPLC-MS负离子指纹图谱相似度评价结果

编号	相似度	编号	相似度	编号	相似度
CL001	0.906	CL033	0.964	CL058	0.876
CL003	0.859	CL034	0.962	CL059	0.908
CL006	0.901	CL036	0.921	CL065	0.862
CL008	0.968	CL038	0.922	CL069	0.857
CL012	0.928	CL042	0.946		
CL014	0.897	CL043	0.959		
CL021	0.915	CL046	0.937		
CL028	0.937	CL053	0.827		

2.5.6 化学模式识别分析 (1)主成分分析(principal component analysis,PCA):采用SPSS 27.0软件对指纹图谱中15个共有峰的峰面积进行主成分分析,通过降维因子分析,特征值>1作为标准,计算得到表2的主成分特征值和累计方差贡献率。通过表2可知存在5个主成分,主成分特征值>1。

表2 特征值和累积方差贡献率

主成分	特征值	方差贡献率(%)	累计方差贡献率(%)
1	4.768	31.788	31.788
2	2.419	16.128	47.916
3	1.805	12.032	59.948
4	1.482	9.882	69.830
5	1.127	7.516	77.346

使用 IBM SPSS Statistics 27.0 软件对PCA结果通过降维提取因子,采用凯撒正态化最大方差法正交旋转得到主成分因子载荷矩阵,揭示了15个峰对5个主成分的贡献系数,见表3。结果显示第1主成分对6号峰,9号峰(重楼皂苷Ⅶ)和10号峰(重楼皂苷Ⅷ)贡献较大;第2主成分对2号峰,5号峰和14号峰贡献较大;第3主成分对4号峰,11号峰(重楼皂苷Ⅱ)和12号峰贡献较大;第4主成分对3号峰(β -蜕皮甾酮),13号峰(重楼皂苷Ⅰ)和15号峰贡献较大;第5主成分对7号峰,8号峰和12号峰贡献较大。

表3 PCA 因子载荷矩阵

峰号	因子载荷				
	主成分1	主成分2	主成分3	主成分4	主成分5
1	0.449	0.610	-0.003	-0.026	0.402
2	0.539	0.723	-0.024	-0.181	0.035
3	-0.589	-0.040	0.012	-0.456	0.154
4	-0.095	0.042	0.879	0.035	0.124
5	0.093	0.685	0.543	0.115	0.144
6	0.895	0.183	0.021	-0.075	0.067
7	-0.152	-0.005	0.106	-0.029	0.797
8	0.606	-0.085	0.038	0.010	0.517
9	0.873	0.109	0.103	0.104	-0.006
10	0.864	0.222	-0.041	0.069	-0.233
11	-0.480	0.352	-0.640	0.226	0.084
12	-0.029	0.353	-0.544	0.344	0.544
13	0.451	0.515	-0.200	0.476	-0.019
14	-0.028	0.840	-0.173	-0.113	-0.130
15	0.000	-0.168	-0.013	0.910	0.053

采用SIMCA-14.1软件,进行无监督模式的PCA,以15个共有峰数据带入分析软件得到PCA得分图,见图3。由图可知,不同产地批次的重楼药材可聚为3类,但组间距离相对分散,组间存在一定差异性。S2、S4、S9和S11这4批药材分布较为离散,说明这4批重楼药材相较于其他批次重楼药材质量差异较大,其余16批药材相对分布更为均匀和集中。PCA 模型拟合参数 $R^2X(0.779)>0.5$,但预测参数 $Q^2<0.5$,表明PCA模型对现有数据的拟合效果尚可,但对新数据的预测能力较弱,推测原因可能为S4、S9和S11中存在局部特殊样本,检测值与其他批次样品存在差异,使得PCA模型优先拟合这些特殊样本,忽视了整体规律。

单一的PCA模型难以适配,需要结合其他分析方法加以验证。但PCA分析是进行重楼质量控制评价所必不可少的一种分析方法。

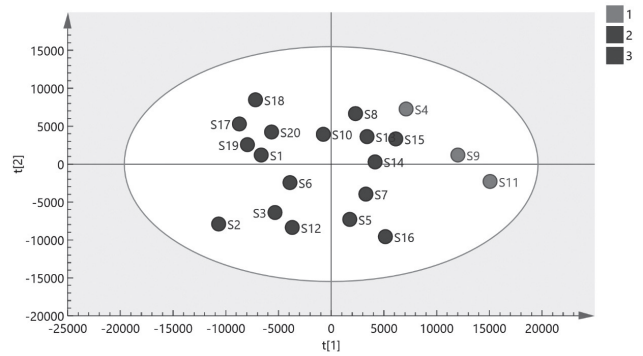


图3 重楼的PCA得分图

(2)正交偏最小二乘法判别分析(orthogonal partial least squares discriminant analysis, OPLS-DA):为了进一步筛选不同批次重楼药材的差异化化合物,更好的体现组间差异,在PCA结果基础上进行OPLS-DA分析,将15个共有峰导入 IBM SPSS Statistics 27.0 软件中,建立OPLS-DA模型,得分图见图4。由模型分析验证参数可知, $R^2X=0.638$, $R^2Y=0.795$,模型预测参数 $Q^2=0.361<0.5$ 。相比于PCA结果来说,OPLS-DA的模型良好,但预测能力相对不够稳定,如图所示S4、S9和S11这3批药材离散程度进一步增大且组间相对集中,表明这3批药材所存在的质量差异可能是影响模型预测能力的关键因素。再进行置换检验随机排列,以验证此模型是否存在过拟合现象,结果见图5。置换检验结果表明,预测参数 Q^2 和纵轴的交点为负值,表示该预测模型不存在过拟合现象。

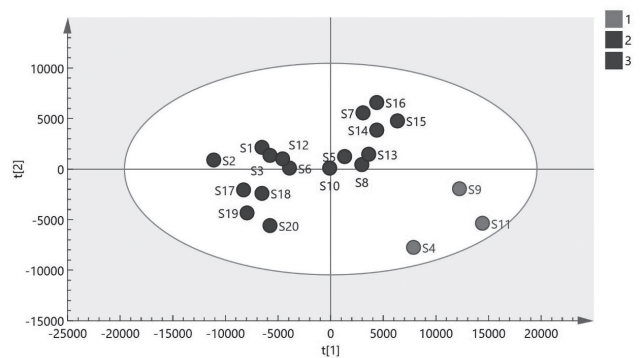


图4 重楼OPLS-DA 得分图

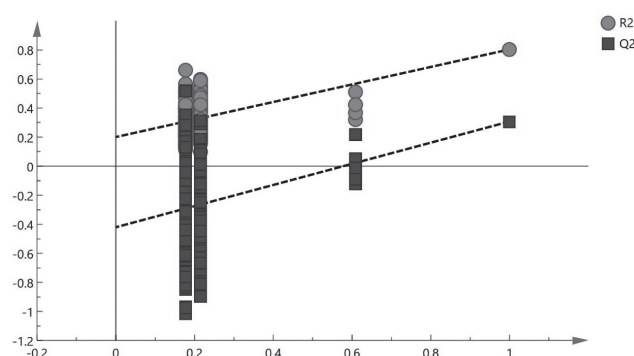


图5 重楼OPLS-DA置换检验结果图

基于OPLS-DA模型获得的变量重要性投影(variable importance in the projection, VIP)值可用于识别对样品分类有显著贡献的差异标志物。通常某个成分的VIP值越大,其在区分不同组别样品时的贡献也越大。VIP得分图,见图6。在95%置信区间内,筛选其中VIP>1的成分,即图中红色标注8个成分,分别为10号峰(重楼皂苷H)、14号峰、13号峰(重楼皂苷I)、1号峰、9号峰(重楼皂苷VII)、12号峰、6号峰和11号峰(重楼皂苷II),说明这8个峰对不同产地批次重楼药材具有重要作用,有望作为区分重楼质量的差异标志物。

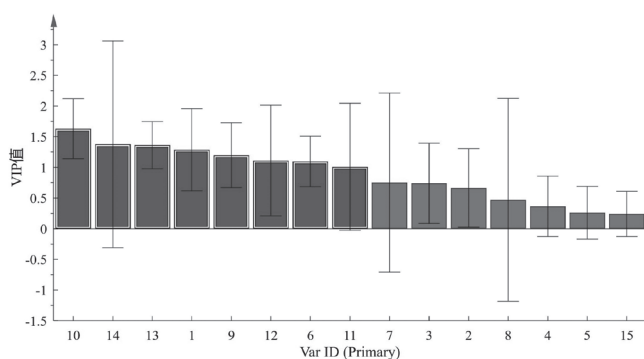


图6 重楼OPLS-DA VIP 值图

3 讨论

3.1 提取方法和色谱条件的优化

本研究分别对重楼不同的提取溶剂(25%甲醇、50%甲醇、75%甲醇、甲醇、25%乙醇、50%乙醇、75%乙醇、乙醇、纯水)、不同提取时间(30 min、45 min、60 min、90 min)、不同提取方式(超声、加热回流)、不同料液比(0.1 g:20 mL、0.2 g:20 mL、0.3 g:20 mL、0.4 g:20 mL、0.5 g:20 mL、0.6 g:20 mL)等影响因素进行考察,最终确定提取方式为0.5 g重楼药材粉末加20 mL 75%甲醇加热回流30 min,考察色谱条件分别用不同流动相(乙腈-0.1%甲酸、水-0.1%甲酸;甲

醇-0.1%甲酸、水-0.1%甲酸)、不同流速(0.2 mL·min⁻¹、0.3 mL·min⁻¹、0.4 mL·min⁻¹)、不同柱温(25℃、30℃、35℃)、不同进样量(1 μL、2 μL、3 μL、4 μL),结果发现流动相为乙腈-0.1%甲酸、水-0.1%甲酸时,流速0.4 mL·min⁻¹,柱温35℃,进样量2 μL时,基线较为平稳,各成分色谱峰分离程度最好,峰强度较强。

3.2 PCA及OPLS-DA结果分析及鉴定

PCA和OPLS-DA结果表明,不同产地批次的重楼可分为3组,其中组1只有3组样品,和其他2组分离较为明显,组2和组3的分离效果较好且样本数量相比组1要多。提示组1的S4、S9、S113批药材化学成分谱与其他2组可能存在不同。推测可能是由于云南独特的地理环境(一山分四季)或人为采收方式造成个别产地药材化学成分含量有些许差异。但整体模型拟合能力较好,后续应对其中明显成分差异批次药材进行进一步的含量测定加以验证。通过VIP值法(VIP>1)筛选出对样品组分差异影响较大的8种成分,提示这些成分在后续重楼药材质量分析中应重点关注。本研究根据共有峰识别出的5种成分,其中的重楼皂苷I、重楼皂苷II和重楼皂苷VII经研究报道已成为判断重楼药材质量优劣的重要成分并被药典收录作为检测方法时的质量指标^[1]。本研究指认出的另外2种成分:重楼皂苷H经报道可对多种癌细胞具有抑制作用^[19-20],β-蜕皮甾酮具有保护心脏肥大,增强骨再生,促进细胞内蛋白质生成等作用^[21],有望挖掘成为重楼药材的潜在标志物,为后续建立重楼药材质量评价体系提供理论支撑。

综上,本研究建立了20批不同产地的重楼药材指纹图谱,并通过化学模式识别分析等方法评价了不同批次重楼间质量差异。该方法重复性和准确性好,为重楼整体质量评价提供可靠途径。

参考文献

- [1] 国家药典委员会. 中华人民共和国药典:2025年版一部[M]. 北京:中国医药科技出版社,2025.
- [2] 彭锐,纪亮,谢天择,等. 基于UPLC-Q-TOF-MS技术的3种基原重楼化学成分鉴定及抗肿瘤和抗炎活性研究[J]. 中国抗生素杂志,2024,49(12):1399-1410.
- [3] Liu Y, Tang N, Zhang Q, et al. Cytotoxic steroidal glycosides from the roots of *Paris verticillata* M. Bieb[J]. Phytochemistry Letters,

- 2023, 53: 231238.
- [4] 张明洋,刘芳,陈川,等. 中药重楼活性成分与药理作用机制研究[J]. 特种经济动植物,2023,26(10):19-22.
- [5] Zhou N, Xu L, Park S M, et al. Genetic diversity, chemical components, and property of biomass *Paris polyphylla* var. *yunnanensis*[J]. *Front in Bioeng Biotech*, 2021, 9: 713860.
- [6] 罗燕,黄艳,王伟. 重楼皂苷 I 抗肿瘤作用机制的研究进展[J]. 湖南中医杂志,2025,41(8):187-192.
- [7] 陈红月,尹东阁,林舒婷,等. 重楼皂苷 VI 的现代研究进展[J/OL]. 中国实验方剂学杂志, [2025-10-22]. <https://doi.org/10.13422/j.cnki.syfx.20252125>.
- [8] 朱翔,李娜,刘幸,等. 重楼抗肿瘤研究的前沿趋势:基于CiteSpace与VOSviewer的可视化分析[J]. 癌症进展,2025,23(18):2131-2138.
- [9] 刘德柱,陈艺杨,张蒙,等. 内生真菌生物转化提高滇重楼皂苷含量及抗肿瘤作用研究[J]. 中草药,2022,53(14):4486-4492.
- [10] 唐凌凌,教忠意. 国家重点保护野生植物名录及其变化分析[J]. 福建林业科技,2022,49(4):125-132.
- [11] 张翔宇,陈晓芳,柳敏,等. 重楼属药用植物资源分布及少数民族应用研究[J]. 中国野生植物资源,2023,42(1):103, 109, 116.
- [12] 舒清,阮丽萍,顾斯曼,等. 不同病害对滇重楼块体皂苷积累的影响[J]. 广州化工,2024,52(19):105-108, 125.
- [13] 陈永滨,汤行昊,张娟,等. 福建省珍稀药材重楼品质分析[J]. 中国野生植物资源,2024,43(11):31-36.
- [14] 朱静平,刘梦云,贾梦雪,等. 基于HPLC指纹图谱和多成分定量结合化学模式识别法评价不同产地小茴香饮片质量[J]. 中草药,2024,55(24):8564-8573.
- [15] 易静,刘德慧,杨蓉,等. 基于HPLC指纹图谱和多成分含量测定的苏合香丸质量评价研究[J]. 药物分析杂志,2024,44(9):1551-1559.
- [16] 谭金桃,周思倩,王雅静,等. 基于UPLC-Q-TOF/MS指纹图谱结合化学模式识别的百蕊颗粒质量控制研究[J]. 中医药导报,2024,30(11):70-75.
- [17] 韦倩,邱琼华,李隽永,等. 基于指纹图谱及化学模式识别的银翘感冒袋泡剂质量评价[J]. 中国民族民间医药,2025,34(2):51-55.
- [18] 范鑫玉,吉田,笔雪艳,等. 中药指纹图谱分类及评价概述[J]. 黑龙江医药,2023,36(6):1254-1258.
- [19] Yang Y L, Bai X, Yang X Z, et al. Chemical constituents from the rhizomes of *Paris xuefengshanensis*[J]. *Fitoterapia*, 2024, 179: 106257.
- [20] Bi L, Liu Y, Yang Q, et al. *Paris saponin H* inhibits the proliferation of glioma cells through the A1 and A3 adenosine receptormediated pathway[J]. *Int J Mol Med*, 2021, 47(4): 30.
- [21] Yan P, Li X, He Y, et al. The synergistic protective effects of paeoniflorin and β -ecdysterone against cardiac hypertrophy through suppressing oxidative stress and ferroptosis[J]. *Cell Signal*, 2025, 125: 111509.

(收稿日期:2025-11-25)

荭草素通过调控NNMT、SIRT1蛋白表达保护db/db糖尿病小鼠肾脏损伤

刘垠浩¹,陈丽贞^{1*},林汉钦²,林向前²,陈淑瑜³,王佳琛⁴,刘 霏¹

(1.福建省漳州市中医院糖肾科,福建 漳州 363000;2.福建省漳州市中医院药学部,福建 漳州 363000;

3.漳州卫生职业学院药学院,福建 漳州 363000;4.福建省漳州市中医院超声医学科,福建 漳州 363000)

摘要: **目的** 探究荭草素是否通过调控NNMT、SIRT1蛋白表达保护db/db糖尿病小鼠肾脏损伤。**方法** db/db小鼠随机分组:模型组、低剂量荭草素干预组(10 mg·kg⁻¹)、高剂量荭草素干预组(40 mg·kg⁻¹)、洛汀新干预组

资助项目:福建省自然科学基金(2024J011585,2024J011586);漳州市自然科学基金(ZZ2023J09);全国老药工传承工作室建设项目(国中医药人教函【2024】255号)

第一作者:刘垠浩(1986—),男,硕士,副主任医师,研究方向:中西医结合治疗肾脏病、糖尿病。

*通讯作者:陈丽贞(1986—),女,硕士,副主任医师,研究方向:肾脏病、糖尿病;E-mail:15280636906@163.com。