红花龙胆药材的UPLC指纹图谱研究与芒果苷含量测定Δ

杨朝堃*，徐仕娟，徐文芬#，孙庆文，王　波，郭江涛，张永萍（贵州中医药大学药学院，贵阳　550025）

中图分类号　R917；R284.1　　**文献标志码**　A　　**文章编号**　1001-0408（2023）01-0034-06
DOI　10.6039/j.issn.1001-0408.2023.01.07

摘　要　目的　为红花龙胆药材的质量控制提供参考依据。**方法**　以52批红花龙胆药材为研究对象，采用超高效液相色谱（UPLC）法，以《中药色谱指纹图谱相似度评价系统（2004A版）》对52批药材样品进行相似度评价，并测定药材中芒果苷含量，再进行化学计量学分析[聚类分析、主成分分析（PCA）和正交偏最小二乘法-判别分析（OPLS-DA）]。**结果**　建立了52批红花龙胆药材样品的UPLC指纹图谱，标定了17个共有峰，指认了其中6个，分别为马钱苷酸（1号峰）、新芒果苷（3号峰）、獐牙菜苦苷（5号峰）、当药苷（6号峰）、芒果苷（7号峰）与异荭草苷（9号峰）。52批药材样品的相似度均大于0.9；聚类分析结果显示，S1～S46、S48～S52聚为一类，S47单独为一类；PCA结果显示，前6个主成分的累计方差贡献率为82.928%；OPLS-DA结果显示，獐牙菜苦苷、芒果苷以及4、14、15、16号峰所代表的化学成分是影响红花龙胆药材质量差异的主要标志性成分。52批药材样品中芒果苷的含量在18.2～101.0 mg/g之间，大多符合2020年版《中国药典》规定。**结论**　所建立的UPLC指纹图谱和化学计量学分析方法结合芒果苷含量测定方法，能较为全面地评价红花龙胆药材的质量。

关键词　红花龙胆；指纹图谱；超高效液相色谱法；聚类分析；主成分分析；正交偏最小二乘法-判别分析；芒果苷

Study on UPLC fingerprint and content determination of mangiferin of *Gentiana rhodantha*

YANG Chaokun，XU Shijuan，XU Wenfen，SUN Qingwen，WANG Bo，GUO Jiangtao，ZHANG Yongping（School of Pharmacy，Guizhou University of Traditional Chinese Medicine，Guiyang 550025，China）

ABSTRACT　OBJECTIVE To provide reference for quality control of *Gentiana rhodantha*. **METHODS** Taking 52 batches of *G. rhodantha* as subject，ultra-high performance liquid chromatography（UPLC）fingerprint was adopted. The similarity of 52 batches of medicinal materials samples was evaluated by the *Similarity Evaluation System for Chromatographic Fingerprints of Traditional Chinese Medicine*（2004A edition）；the content of mangiferin was determined；chemometric analyses [cluster analysis，principal component analysis（PCA）and orthogonal partial least squares-discriminant analysis（OPLS-DA）] were performed. **RESULTS** UPLC fingerprints of 52 batches of *G. rhodantha* were established，17 common peaks were identified，and 6 of them were identified，which were loganic acid（peak 1），neomangiferin（peak 3），swertiamarin（peak 5），dangyin（peak 6），mangiferin（peak 7）and isoorientin（peak 9）. The similarities of 52 batches of medicinal materials samples were all greater than 0.9；cluster analysis showed that S1-S46，S48-S52 clustered into one class，and S47 alone；PCA results showed that the cumulative variance contribution rate of the first six principal components was 82.928%；OPLS-DA results showed that the corresponding components of swertiamarin，mangiferin and chemical composition represented by peak 4，14，15，16 were the main iconic components affecting the quality differences of *G. rhodantha* medicinal materials. The contents of mangiferin in 52 batches of medicinal material samples ranged from 18.2 to 101.0 mg/g，mostly in accordance with 2020 edition of *Chinese Pharmacopoeia*. **CONCLUSIONS** The established UPLC fingerprint and chemometric analysis methods combined with content determination method of mangiferin can comprehensively evaluate the quality of *G. rhodantha*.

KEYWORDS　*Gentiana rhodantha*；fingerprint；ultra-high performance liquid chromatography；cluster analysis；principal component analysis；orthogonal partial least square-discriminant analysis；mangiferin

红花龙胆为贵州常用苗药之一，为龙胆科植物红花龙胆*Gentiana rhodantha* Franch.的干燥全草，具有清热除湿、解毒、止咳等功效，临床上常用于治疗肺热咳喘、小儿肺炎、支气管炎等[1－3]。红花龙胆的主要化学成分包括（裂）环烯醚萜类、黄酮类、酚酸类等化合物[4]。现代药理学研究表明，红花龙胆具有良好的抗炎、抗氧化、抗菌等活性[5－7]。目前国内外关于红花龙胆的质量控制研究较为薄弱，2020年版《中国药典》（一部）仅以芒果苷为指标性成分来控制红花龙胆的药材质量[3]，但这种单指标的质量控制模式不仅难以全面反映药材质量的优劣，而且无法保证相关制剂的疗效稳定，在一定程度上制约

Δ**基金项目**　国家自然科学基金委员会-贵州省人民政府联合基金项目（No. U1812403-2-4）；贵州省科技计划项目（No.黔科合平台人才〔2019〕5658）

* **第一作者**　硕士研究生。研究方向：中药、民族药的质量控制及新药研发。E-mail：1696356436@qq.com

\# **通信作者**　教授，硕士生导师。研究方向：中药、民族药的质量控制及资源品质评价。E-mail：wenfenxu@126.com

了该药材的开发利用。因此，进一步完善红花龙胆的质量评价体系十分必要。

中药指纹图谱具有丰富的数据及变量，能较为直观地反映中药的化学物质信息，从而揭示中药化学组成的复杂性[8]。目前指纹图谱技术已广泛用于中药、民族药及各类中药制剂的质量控制研究[8－12]。与单一或少数几个指标性成分的质量控制模式相比，指纹图谱质量控制模式更加科学和全面，符合中药多成分、多靶点的作用特点，适用于中药质量的整体性评价，能客观反映药物的一致性和稳定性。因此，本研究采用超高效液相色谱（UPLC）法，通过相似度评价，并结合化学计量学方法对红花龙胆药材的指纹图谱进行分析，同时测定了该药材中芒果苷的含量，以期为完善该药材及相关制剂的质量控制体系提供参考。

1 材料

1.1 主要仪器

Thermo UltiMate 3000型UPLC仪及DAD检测器、四元梯度泵、Chromeleon™色谱工作站均购自美国Thermo Fisher Scientific公司；AG135型十万分之一电子天平购自瑞士Mettler-Toledo公司；KQ-500DE型超声波清洗器购自昆山市超声仪器有限公司。

1.2 主要药材与试剂

对照品马钱苷酸（批号111865-201704）、獐牙菜苦苷（批号110785-201404）、当药苷（批号111742-200501）、芒果苷（批号111607-201704）均购于中国食品药品检定研究院，纯度均大于98%；对照品新芒果苷（批号PS011463）、异荭草苷（批号PS001039）均购于成都普思生物科技股份有限公司，纯度均大于98%。乙腈为色谱纯，乙醇为分析纯，甲醇包括分析纯及色谱纯，甲酸、磷酸为优级纯；水为重蒸馏水。52批红花龙胆药材样品主要采集自贵州省，少量采集自广西壮族自治区及云南省（样品信息见表1），经贵州中医药大学药学院孙庆文教授鉴定均为龙胆科植物红花龙胆*G. rhodantha* Franch.的干燥全草，除去泥沙，晒干或50 ℃低温干燥，粉碎过三号筛，置于干燥器中备用。

2 方法与结果

2.1 溶液的制备

2.1.1 供试品溶液的制备 取红花龙胆药材粉末0.5 g，精密称定，置于50 mL具塞锥形瓶中，精密加入70%甲醇15 mL，密塞并称定质量，超声（频率40 kHz，功率500 W）提取15 min，冷却至室温，用70%甲醇补足减失的质量，摇匀，过滤，续滤液用0.22 μm有机系微孔滤膜过滤，即得。

2.1.2 混合对照品溶液的制备 分别取新芒果苷、马钱苷酸、当药苷、獐牙菜苦苷、异荭草苷、芒果苷对照品适量，精密称定，加入70%甲醇溶解制成上述成分质量浓度依次为0.050、0.048、0.009、0.200、0.009、0.525 mg/mL的混合对照品溶液，备用。

表1 52批红花龙胆药材样品信息

编号	采集地点	采集时间	编号	采集地点	采集时间
S1	贵州健兴药业有限公司	无	S27	贵州省长顺县新寨乡	2019-09-13
S2	贵州省贵阳市永乐乡	2018-10-24	S28	贵州省长顺县白云山镇	2019-10-21
S3	贵州省贵阳市水田镇	2019-11-09	S29	贵州省龙里县草原乡	2018-11-18
S4	贵州省贵阳市观山湖区	2019-01-17	S30	贵州省龙里县团结村	2019-11-01
S5	贵州省贵阳市南明区	2019-01-20	S31	贵州省龙里县凯卡村	2019-11-01
S6	贵州省贵阳市南明区	2019-11-03	S32	贵州省龙里县粑粑街	2019-11-02
S7	贵州省贵阳市高坡村	2019-08-21	S33	贵州省龙里县拐哈村	2019-11-02
S8	贵州省贵阳市高坡村	2019-10-03	S34	贵州省龙里县乐湾村	2019-11-03
S9	贵州省贵阳市花溪区	2018-10-28	S35	贵州省贵定县小坪寨	2019-11-02
S10	贵州省贵阳市花溪区	2019-01-12	S36	贵州省黔西县钟山镇	2018-07-03
S11	贵州省贵阳市花溪区	2019-01-21	S37	贵州省黔西县大关镇	2019-08-09
S12	贵州省贵阳市花溪区	2019-10-26	S38	贵州省黔西县金碧镇	2019-10-06
S13	贵州省贵阳市花溪区	2019-11-01	S39	贵州省威宁县东风镇	2019-11-28
S14	贵州省贵阳市贵安新区	2019-10-30	S40	贵州省威宁县草海镇	2019-11-29
S15	贵州省清镇市老鹰山村	2019-01-16	S41	贵州省威宁县盐仓镇	2019-11-29
S16	贵州省水城县滥坝镇	2018-11-29	S42	贵州省威宁县云贵乡	2019-11-30
S17	贵州省水城县蟠龙镇	2019-08-03	S43	贵州省平坝县夏云镇	2019-11-03
S18	贵州省水城县阿戛乡	2019-11-25	S44	贵州省凯里市经济开发区	2019-01-03
S19	贵州省水城县大坝沽村	2019-11-27	S45	贵州省凯里市麻江县	2019-11-03
S20	贵州省仁怀市高大坪镇	2019-02-12	S46	贵州省凯里市雷山县	2019-11-03
S21	贵州省遵义市道真县	2019-11-16	S47	贵州省铜仁市德江县	2020-08-15
S22	贵州省遵义市金鼎山镇	2019-11-17	S48	贵州省晴隆县光照镇	2019-10-07
S23	贵州省遵义市喇叭镇	2019-11-17	S49	贵州省兴义市七舍镇	2019-11-25
S24	贵州省遵义市龙坪镇	2019-11-17	S50	广西壮族自治区隆林县者保乡	2019-12-15
S25	贵州省遵义市湄潭县	2020-08-14	S51	广西壮族自治区西林县革步乡	2019-11-25
S26	贵州省长顺县代化镇	2019-07-27	S52	云南省昭通市北闸门红路村	2019-12-01

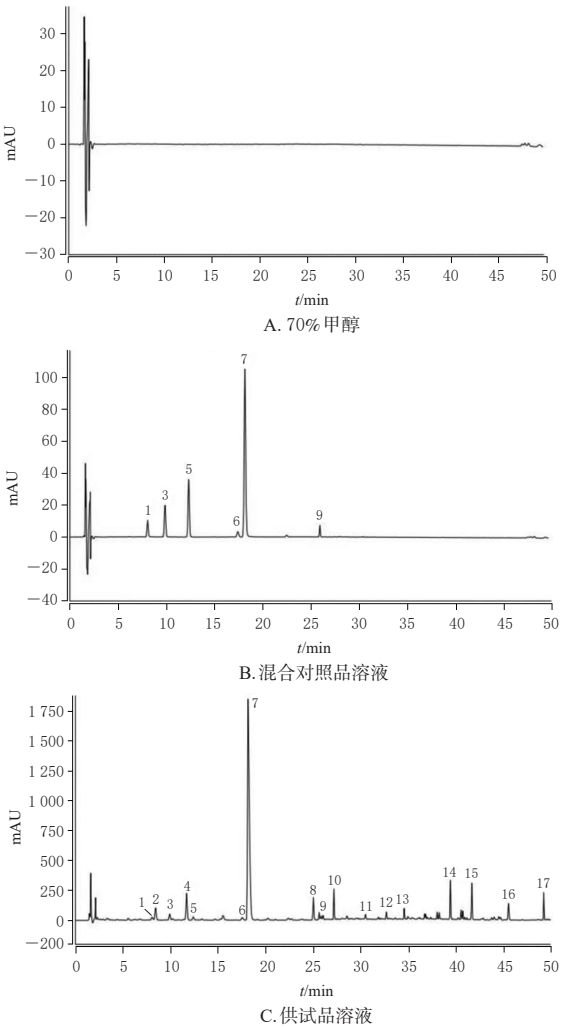
2.2 色谱条件

色谱柱为ZORBAX Eclipse Plus C_{18}（3.0 mm×100 mm，1.8 μm）；流动相为乙腈（A）-0.1%甲酸（B），梯度洗脱（0～3 min，8%A→9%A；3～7 min，9%A→10.3%A；7～10 min，10.3%A；10～19 min，10.3%A→13%A；19～22 min，13%A→18%A；22～34 min，18%A→30%A；34～44 min，30%A→34%A；44～50 min，34%A→63%A）；流速为0.28 mL/min；柱温为28 ℃；检测波长为242 nm；进样量为3 μL。

2.3 指纹图谱的建立

2.3.1 专属性考察 分别精密吸取“2.1”项下混合对照品溶液、供试品溶液及70%甲醇（提取溶剂）适量，按“2.2”项下色谱条件进样检测，采集并记录色谱图（图1）。结果显示，提取溶剂及流动相在该色谱条件下，对红花龙胆的指纹图谱测定无干扰；供试品溶液色谱图中峰容量较大，各主要色谱峰分离较好且纯度较高，表明该方法专属性良好。

2.3.2 精密度试验 取药材样品（S36）适量，按“2.1.1”项下方法制备供试品溶液，按“2.2”项下色谱条件连续进样测定6次，以7号峰（芒果苷峰）为参照峰，计算出各共有峰的相对保留时间及相对峰面积的RSD分别为0.04%～0.17%、0.11%～1.80%（n=6），均小于2.0%，表明该方法精密度良好。



1：马钱苷酸；3：新芒果苷；5：獐牙菜苦苷；6：当药苷；7：芒果苷；9：异荭草苷

图1　专属性考察试验的UPLC图

2.3.3　重复性试验　取药材样品（S36）粉末约0.5 g，精密称定6份，分别按“2.1.1”项下方法制备供试品溶液，按“2.2”项下色谱条件进样测定，以7号峰（芒果苷峰）为参照峰，计算出各共有峰的相对保留时间及相对峰面积的RSD分别为0.04%～0.13%、0.69%～2.80%（n=6），均小于3.0%，表明该方法重复性良好。

2.3.4　稳定性试验　取药材样品（S36）粉末约0.5 g，精密称定，按“2.1.1”项下方法制备供试品溶液，按“2.2”项下色谱条件分别于室温放置0、2、4、8、16、24、36、48 h时进样测定，以7号峰（芒果苷峰）为参照峰，计算出各共有峰的相对保留时间及相对峰面积的RSD分别为0.04%～0.17%、0.11%～1.80%（n=8），表明供试品溶液在室温放置48 h内稳定性良好。

2.3.5　相似度评价及共有峰的标定　取52批红花龙胆药材样品，分别按“2.1.1”项下方法制备供试品溶液，按“2.2”项下色谱条件进样测定，采集并记录色谱图。将原始图谱导入《中药色谱指纹图谱相似度评价系统（2004A版）》，设置S1为参照图谱，时间窗宽度为0.5 min，以中位数法生成对照图谱，经多点校正、自动匹配后生成52批红花龙胆药材样品的指纹图谱共有模式（图2）。根据指纹图谱匹配结果共标定出17个共有峰。经与混合对照品溶液图谱（图1B）比对，供试品溶液色谱图中1、3、5、6、7、9号共有峰与混合对照品溶液色谱图中1、3、5、6、7、9号色谱峰的保留时间一致且紫外吸收曲线相同，故确定上述6个共有峰分别为马钱苷酸（1号峰）、新芒果苷（3号峰）、獐牙菜苦苷（5号峰）、当药苷（6号峰）、芒果苷（7号峰）与异荭草苷（9号峰）。进一步计算得52批药材样品中17个共有峰的相对保留时间及相对峰面积的RSD分别为0.17%～1.30%、20.18%～95.36%，表明52批红花龙胆药材样品指纹图谱中共有峰的相对保留时间差异较小，但化学成分含量存在差异。相似度评价结果显示，52批红花龙胆药材样品的相似度在0.950～0.996之间，均大于0.9，说明不同产地红花龙胆药材的整体化学成分类似，不同批次间稳定性较好。

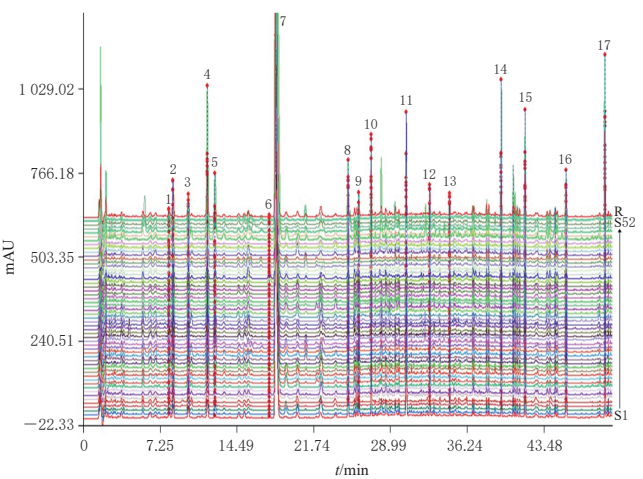


图2　52批红花龙胆药材样品UPLC指纹图谱共有模式

2.4　芒果苷的含量测定

取芒果苷对照品加70%甲醇制成不同浓度梯度的对照品溶液，按“2.2”项下色谱条件进样测定，记录峰面积，计算得芒果苷的回归方程为Y=183.9X+17.352（r=0.999 9），进样量线性范围为525～4 200 μg；精密度试验结果显示，芒果苷峰面积的RSD为1.82%（n=6）；重复性试验结果显示，芒果苷的平均含量为75.6 mg/g，RSD为1.70%（n=6）；48 h稳定性试验结果显示，芒果苷峰面积的RSD为1.60%（n=8）；加样回收率试验结果表明，芒果苷的平均加样回收率为98.48%，RSD为1.75%（n=6），均符合2020年版《中国药典》相关规定。样品含量测定结果显示，52批红花龙胆药材样品中芒果苷的含量为18.2～101.0 mg/g，除S4样品（18.2 mg/g）外，其余批次药材样品中芒果苷的含量均符合2020年版《中国药典》规定[3]。

2.5 聚类分析

以52批红花龙胆药材样品指纹图谱中17个共有峰的峰面积为变量导入OriginPro 2021软件，采用均值聚类法，以欧氏距离为测量区间，以距离总和查找聚类中心点，进行聚类分析（图3）。结果显示，当欧氏距离大于125时，52批红花龙胆药材样品可明显分为2类，其中S1～S46、S48～S52聚为一类（Ⅰ类），S47单独为一类（Ⅱ类）；在Ⅰ类中S1～S46、S48～S49产自贵州，S50～S51产自广西，S52产自云南，Ⅱ类中的S47产自贵州省铜仁市德江县，说明不同产地的红花龙胆具有一定的相似性，相同产地的红花龙胆具有一定的差异性，其中S47与其他批次样品相比差异显著。

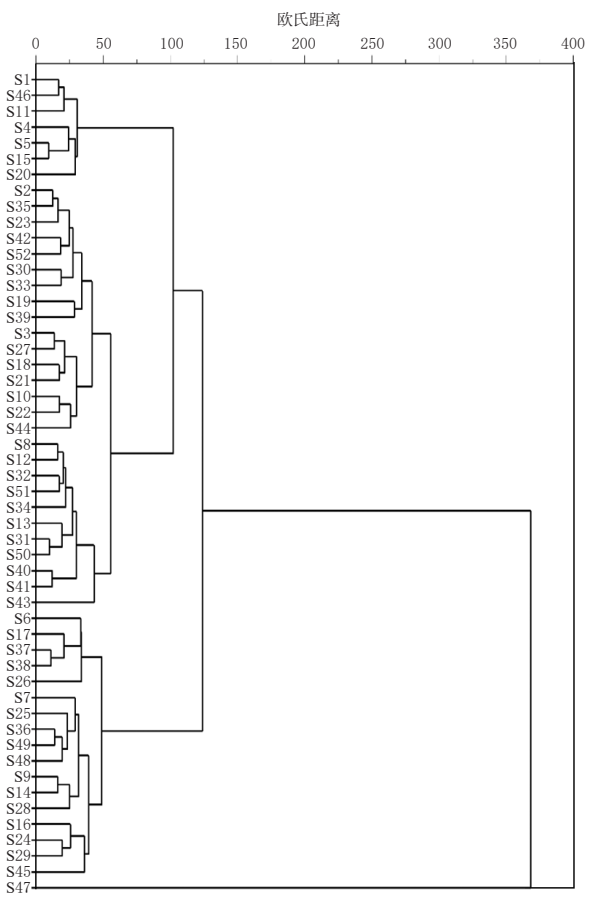


图3 52批红花龙胆药材样品的聚类分析图

2.6 主成分分析

采用SPSS 26.0软件对52批红花龙胆药材样品指纹图谱中的17个共有峰峰面积进行标准化处理，并进行主成分分析（principal component analysis，PCA），取特征值＞1的主成分进行因子分析，计算其相关系数矩阵、累计方差贡献率，对各批次红花龙胆药材样品的质量进行评价。结果显示，当主成分的变量重要性投影（variable importance in project，VIP）值大于1时，可得到前6个主成分的累计方差贡献率为82.928%（表2），其可代表大部分成分信息，表明在17个共有成分中，有6个主成分对红花龙胆药材的质量起主导作用。将52批红花龙胆药材样品的17个共有峰峰面积数据作为变量导入SIMCA14.1软件，建立无监督的PCA模型，可得模型提取的前6个主成分累计方差贡献率的R^2X为0.829（大于0.5），表明该模型的拟合效果及稳定性较好，能表征不同批次红花龙胆药材样品指纹图谱的主要信息。由PCA得分图（图4）可知，52批红花龙胆药材样品大致可分为2类：S1～S46、S48～S52为一类（Ⅰ类），S47单独为一类（Ⅱ类），与聚类分析结果基本一致。除S47样品外，各批次样品间的离散程度较低，不同产地的红花龙胆药材样品质量差异较小。

表2 52批红花龙胆药材样品PCA的特征值及方差贡献率

主成分	特征值	方差贡献率/%	累计方差贡献率/%
1	5.232	30.778	30.778
2	2.507	14.745	45.523
3	2.215	13.028	58.551
4	1.668	9.810	68.361
5	1.360	7.998	76.359
6	1.117	6.570	82.928
…	…	…	…
17	0.048	0.285	100

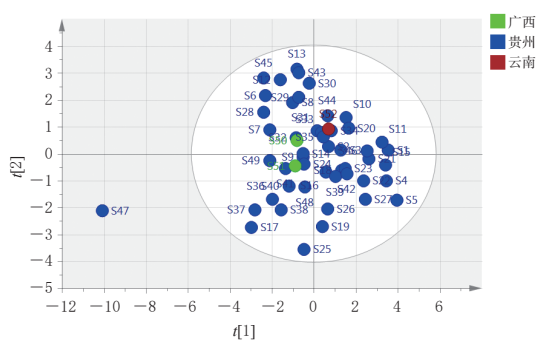


图4 52批红花龙胆药材样品的PCA得分图

2.7 正交偏最小二乘法-判别分析

为筛选影响红花龙胆药材质量的标志性成分，本课题组在聚类分析和PCA的基础上，将样品分为2类，以共有峰峰面积为变量，利用SIMCA14.1软件，建立有监督的正交偏最小二乘法-判别分析（orthogonal partial least squares-discriminant analysis，OPLS-DA）模型，得到52批药材样品的OPLA-DA得分图（图5）。其累积解释能力参数（R^2X、R^2Y）分别为0.691、0.894，均大于0.5，预测能力参数（Q^2）小于0.5，说明所建立的模型较为稳定可靠、预测能力良好，可用于区分不同批次的红花龙胆药材。由图5可知，52批红花龙胆药材样品分类明显，与聚类分析和PCA的分类结果一致；对OPLS-DA模型进行置换检验的结果显示，R^2、Q^2的截距值分别为0.291和−0.582，表明OPLS-DA模型无拟合现象，进一步证实了上述分析结果的合理性和可行性。以VIP值大于1为评判标准筛选影响红花龙胆药材质量的差异性成分，结

果显示5(獐牙菜苦苷)、4、7(芒果苷)、16、14、15号峰的VIP贡献值分别为1.751 51、1.460 31、1.305 48、1.254 06、1.227 37、1.161 37，表明这6个共有成分可能是影响该药材质量差异的主要标志性成分。

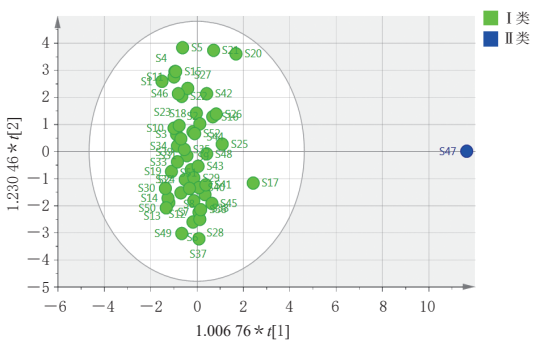


图5　52批红花龙胆药材样品的OPLS-DA得分图

各批次样品分别以7号峰(芒果苷峰)为参照峰计算6个质量差异标志性成分的相对峰面积，结果52批药材样品中6个标志性成分的相对峰面积之和为1.140～1.371，其堆积柱形图如图6所示，其中S20、S41、S47批次的红花龙胆药材质量上乘，S1、S14、S21、S26、S34、S39批次的药材质量相对较差，其余批次药材质量中等。

3　讨论

3.1　色谱条件的优化

预实验中，本课题组考察了不同检测波长(242、245、252、270 nm)、流动相系统(甲醇-0.1%甲酸、乙腈-0.1%甲酸)、色谱柱(ZORBAX Eclipse Plus C_{18}、ACQUITY BEH C_{18} Column 130 Å、Syncronls C_{18})、柱温(25、28、30、40 ℃)、流速(0.25、0.28、0.30、0.35 mL/min)对色谱图的影响，综合各条件下指纹图谱的色谱峰信息、基线、峰形、峰数和分离效果等，最终确定文中色谱条件。

3.2　供试品溶液提取条件的考察

本课题组分别对供试品溶液提取方法(超声、回流)、提取溶剂(水，30%、50%、70%、90%的甲醇或乙醇)、料液比[1∶10、1∶20、1∶30、1∶40、1∶50、1∶60、1∶70(g/mL)]和提取时间(15、25、35、45、55 min)进行了考察，结果显示，在料液比为1∶30(g/mL)、70%甲醇超声提取15 min的条件下，供试品溶液指纹图谱的峰容量大，且主要色谱峰的灵敏度和分离度均较好，故选择该提取条件制备供试品溶液。

3.3　结果分析

本研究建立了52批红花龙胆药材样品的UPLC指纹图谱，标定出17个共有峰，并指认了其中6个共有峰，初步揭示了红花龙胆药材中化学成分的整体特征。17个共有峰相对峰面积的RSD在20.18%～95.36%之间，说明不同批次药材样品中共有成分的含量差异较大。芒果苷含量测定结果显示，52批药材样品中仅S4(产自贵州省贵阳市观山湖区)的芒果苷含量(18.2 mg/g)不符合2020年版《中国药典》规定(芒果苷含量不得少于2.0%)，表明本研究所采集的红花龙胆药材尤其是贵州境内的野生红花龙胆药材几乎均符合药用标准，这可为相关企业采购红花龙胆野生药材以及红花龙胆野生变家种研究的引种驯化和良种选育提供理论依据。通过相似度评价、聚类分析、PCA和OPLS-DA对52批红花龙胆药材样品的指纹图谱进行综合分析，可得不同产地的药材样品具有一定的相似性，同一产地的药材样品亦具有一定的差异性；进一步筛选出6个影响红花龙胆药材质量差异的标志性成分，分别为獐牙菜苦苷、芒果苷及4、14、15、16号色谱峰所代表的化学成分，其中獐牙菜苦苷属于环烯醚萜苷类化合物，芒果苷属于黄酮类化合

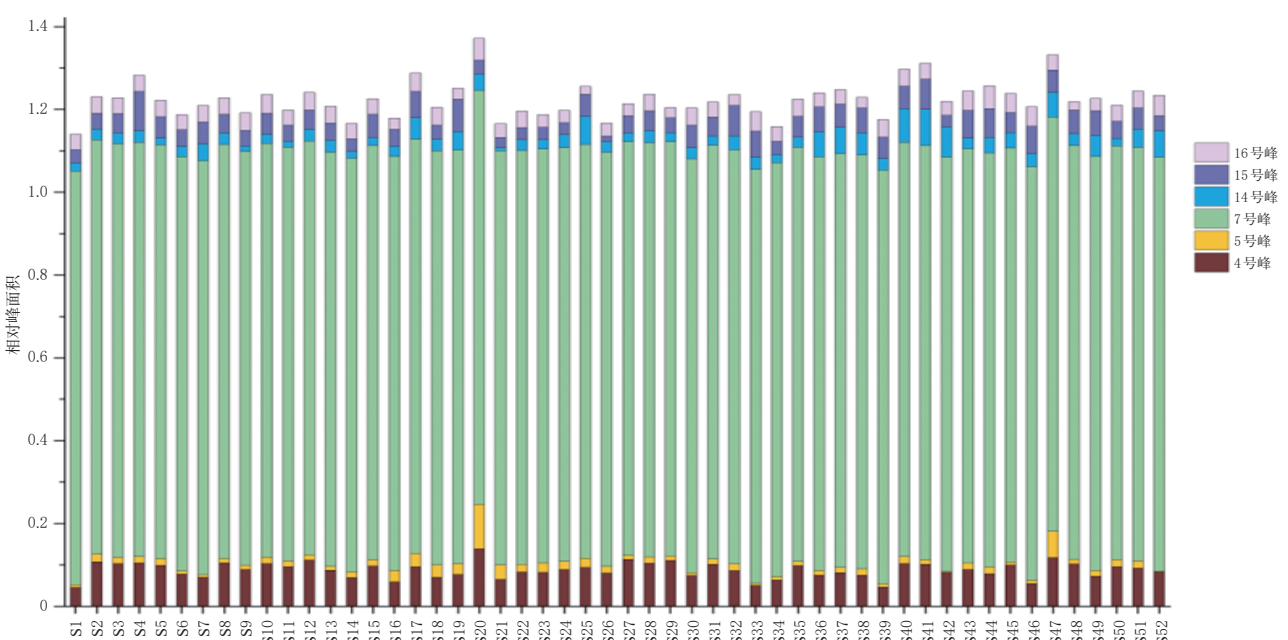


图6　52批红花龙胆药材样品相对峰面积的堆积柱形图

物，该研究结果支持现行《中国药典》将芒果苷作为红花龙胆药材质量评价指标的可行性。今后，本课题组将进一步对未知的4个质量差异标志性成分进行结构鉴定，并针对其药效学等进行深入研究；同时，建议以多指标评价红花龙胆药材质量时可优先考虑上述6个成分。

在52批红花龙胆药材样品中，产自广西、云南两地的S50～S52样品质量与其余产自贵州的样品质量相近，这可能是由于其采样点距离贵州较近，生态环境与贵州相似所致。而产自贵州不同地区的红花龙胆药材样品，除S47（产自铜仁市德江县）外，其余质量整体上较为接近；经比对发现，S47的4、5（獐牙菜苦苷）、7（芒果苷）、14、15、16号色谱峰的峰面积较其他批次样品更大，表明S47样品中上述6个成分的含量较高，且芒果苷含量测定结果证实了这一结论。这可能与德江县独特的地貌类型、地势特点、降雨量、土壤、温度、光照等环境因子相关，提示在现行《中国药典》标准下，贵州省铜仁市德江县可能为红花龙胆药材的高品质产区。但本研究中该地药材批次较少，此结论有待进一步的研究验证。

综上所述，本研究所建立的红花龙胆药材UPLC指纹图谱和化学计量学分析方法，结合2020年版《中国药典》（一部）中该药材项下芒果苷的含量测定方法，能较为全面地评价该药材的质量，可为该药材及其相关制剂的进一步研究提供参考依据。

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：第六十二卷[M]. 北京：科学出版社，1988：148-150.

[2] 贵州省药品监督管理局. 贵州省中药材、民族药质量标准[S]. 贵阳：贵州科技出版社，2003：184.

[3] 国家药典委员会. 中华人民共和国药典：一部[S]. 2020年版. 北京：中国医药科技出版社，2020：161-162.

[4] 罗君，赵琳珺，包江平，等. UPLC-Q-TOF-MS分析苗族药红花龙胆化学成分[J]. 中国实验方剂学杂志，2018，24（24）：89-94.

[5] 朱淼，严凯，翁贵英，等. 红花龙胆总多酚提取工艺优化及抗氧化活性检测[J]. 食品研究与开发，2020，41（22）：62-66.

[6] 王飞清，陶奕汐，李学会，等. 红花龙胆对肺炎链球菌肺炎防治作用[J]. 中国公共卫生，2018，34（11）：1484-1486.

[7] 方玉梅，张家满，孙爱群，等. 苗药红花龙胆体外抑菌试验[J]. 北方园艺，2018（7）：128-132.

[8] 李洋，陈健，张越，等. 基于指纹图谱结合化学模式识别及多成分含量测定的白芍药材质量评价研究[J]. 中草药，2022，53（1）：231-237.

[9] 李慧峰，田凡玉，孟霜，等. 酒五味子的指纹图谱建立及化学模式识别分析[J]. 中国药房，2021，32（24）：3008-3013.

[10] 陈淑丽，孙媛，魏晨旭，等. 活血止痛胶囊的高效液相指纹图谱建立、化学模式识别分析及3种成分的含量测定[J]. 中国医院药学杂志，2022，42（3）：242-247.

[11] 赵峰，高太祥，石莉尧，等. 越婢加术汤的HPLC指纹图谱建立、含量测定及化学模式识别分析[J]. 中国药房，2021，32（22）：2724-2730.

[12] 李卓群，王海丽，贵书琪，等. 小儿感冒舒颗粒HPLC指纹图谱建立与化学模式识别[J]. 中国现代应用药学，2021，38（22）：2820-2825.

（收稿日期：2022-06-07　修回日期：2022-12-17）

（编辑：胡晓霖）

（上接第33页）

[13] 高静，王彦红，许邦礼. 知母总皂苷对雌性性早熟SD大鼠性激素水平的影响及对HPGA轴的作用研究[J]. 天津中医药，2022，39（1）：110-115.

[14] SONG J N，MENG Y X，WANG M，et al. Mangiferin activates Nrf2 to attenuate cardiac fibrosis via redistributing glutaminolysis-derived glutamate[J]. Pharmacol Res，2020，157：104845.

[15] EHRMAN R R，SULLIVAN A N，FAVOT M J，et al. Pathophysiology，echocardiographic evaluation，biomarker findings，and prognostic implications of septic cardiomyopathy：a review of the literature[J]. Crit Care，2018，22（1）：112.

[16] 潘美崧，王知斌，孙延平，等. 双苯吡酮类化合物抗心肌缺血作用机制的研究进展[J]. 中国药房，2021，32（24）：3049-3053.

[17] LIU F，FENG M，XING J L，et al. Timosaponin alleviates oxidative stress in rats with high fat diet-induced obesity via activating Nrf2/HO-1 and inhibiting the NF-κB pathway[J]. Eur J Pharmacol，2021，909：174377.

[18] 刘月. SS31肽对脓毒症心肌损伤的作用及机制研究[D]. 十堰：湖北医药学院，2020.

（收稿日期：2022-08-04　修回日期：2022-12-13）

（编辑：林　静）