

UPLC 指纹图谱结合化学计量学评价泻白糖浆质量

王 静¹, 牛辰瑾¹, 程宁宁², 杜明卿², 郑新元^{1*}

1. 天津市药品检验研究院, 天津 300070

2. 天津敏测医药科技有限公司, 天津 300457

摘要:目的 建立泻白糖浆的 UPLC 指纹图谱, 结合化学计量学评价不同企业产品质量。方法 采用 UPLC 法建立泻白糖浆的 UPLC 指纹图谱, 对 3 家生产企业的 84 批次泻白糖浆样品进行分析, 确定共有峰, 并进行相似度评价, 同时采用聚类分析、主成分分析、正交偏最小二乘法-判别分析综合评价泻白糖浆整体质量。结果 3 家生产企业的泻白糖浆的 UPLC 指纹图谱相似度在 0.697~0.971, 84 批样品中 21 批样品相似度小于 0.90。共确定了 12 个共有峰, 并指认了甘草苷、甘草酸铵和白花前胡甲素 3 个共有峰。84 批次泻白糖浆样品分为 3 类, 5 个主成分累计方差贡献率为 95.7%, 共找到 5 个差异标志物, 分别来自款冬花、甘草和前胡, 这些成分是影响泻白糖浆质量差异的标志成分。结论 UPLC 指纹图谱结合化学计量学统计分析可作为评价泻白糖浆质量的有效方法。

关键词: 泻白糖浆; UPLC; 指纹图谱; 相似度; 聚类分析; 主成分分析; 正交偏最小二乘法-判别分析

中图分类号: R286.02 **文献标志码:** A **文章编号:** 1674-5515(2026)02-0350-06

DOI: 10.7501/j.issn.1674-5515.2026.02.011

Quality evaluation of Xiebai Syrup by UPLC fingerprint combined with chemometrics

WANG Jing¹, NIU Chenjin¹, CHENG Ningning², DU Mingqing², ZHENG Xinyuan¹

1. Tianjin Institute for Drug Control, Tianjin 300070, China

2. Tianjin Mince Pharmaceutical Technology Co., Ltd., Tianjin 300457, China

Abstract: Objective To establish the UPLC fingerprint of Xiebai Syrup and evaluate the product quality from different manufacturers by combining chemometrics. **Methods** The UPLC method was used to establish the fingerprint of Xiebai Syrup. A total of 84 batches of samples from 3 manufacturers were analyzed to identify common peaks and conduct similarity evaluation. Meanwhile, HCA, PCA, and OPLS-DA were applied for comprehensive analysis and evaluation of the overall quality of Xiebai Syrup. **Results** The similarity of UPLC fingerprints of Xiebai Syrup from 3 manufacturers ranged from 0.697 to 0.971, and 21 out of 84 batches had a similarity below 0.90. A total of 12 common peaks were identified, among which 3 peaks were confirmed as liquiritin, ammonium glycyrrhizinate, and praeruptorin A. The 84 batches of Xiebai Syrup samples were divided into 3 categories. The cumulative variance contribution rate of 5 principal components was 95.7%, and 5 differential markers were found, which were derived from *Farfarae Flos*, *Glycyrrhizae Radix et Rhizoma*, and *Peucedani Radix*. These components were the key factors affecting the quality differences of Xiebai Syrup. **Conclusion** UPLC fingerprint combined with chemometric statistical analysis can be used as an effective method to evaluate the quality of Xiebai Syrup.

Key words: Xiebai Syrup; UPLC; fingerprint; similarity; HCA; PCA; OPLS-DA

泻白糖浆属于儿童类中成药, 非国家基本药物, 为甲类非处方用药, 来源于宋代儿科专家钱乙所创的泻白散^[1], 后根据药味加减变为泻白糖浆, 于 1998 年收入卫生部中药成方制剂第十五册^[2]。泻白糖浆由石膏、桑白皮、瓜蒌子、葶苈子、麻黄、甘草、前胡、紫菀、款冬花、川贝母、苦杏仁、紫

苏叶油、薄荷脑共 13 味药组成, 具有宣肺解热、化痰止咳的功效, 用于伤风咳嗽, 痰多胸满, 口渴舌干, 鼻塞不通。泻白糖浆的现行标准中仅收载性状、糖浆剂相关检查项, 无法对整体质量进行评价, 并且该剂型经过提取浓缩等生产工艺加工, 有效成分保留情况和投料真实性无法得到保证。指纹图谱技

收稿日期: 2025-08-18

作者简介: 王 静, 女, 主管药师, 从事中药材及中成药质量控制与研究。E-mail: wangjingtj_love@126.com

*通信作者: 郑新元, 男, 副主任药师, 从事中药质量标准研究。E-mail: zxytjys@163.com

术在中药领域发挥了重要的作用,在药品检验和质量评价中意义重大,通过多种先进分析手段全面表征中药化学特征,实现质量整体控制^[3]。多元统计分析作为处理中药复杂体系的重要工具,与指纹图谱结合,通过主成分分析(PCA)、聚类分析(HAC)等方法,提取关键特征变量,区分不同产地、不同企业、不同批次中药材和制剂,能实现对质量差异的客观评价,弥补传统方法对复杂成分分析的局限性^[4-6]。泻白糖浆目前生产企业国内仅 3 家,现有标准不完善,质量控制研究不全面,尤其未对质量差异进行分析研究。为全面客观评价泻白糖浆的质量,探索质量差异的影响因素,本研究建立泻白糖浆的 UPLC 指纹图谱,并结合 PCA、HAC、正交偏最小二乘法-判别分析(OPLS-DA)方法,进一步分析评估该制剂质量,以期对泻白糖浆的质量控制提供依据。

1 仪器与试剂

岛津 LCMS-8060 超高效液相色谱仪、二极管阵列检测器、LC Solution 工作站;Mettler XS205 十万分之一分析天平(瑞士梅特勒-托利多公司)。

甘草苷(批号 111610-201908,质量分数为 95.0%)、甘草酸铵(批号 110731-202021,质量分数为 96.2%)、白花前胡甲素(批号 111711-201904,质量分数为 99.4%)对照品,以及麻黄(批号 121051-202107)、甘草(批号 120904-202021)、南葶苈子(播娘蒿,批号 121220-201403)、北葶苈子(独行菜,批号 121646-201101)、紫菀(批号 120956-201807)、款冬花(批号 121449-201704)、川贝母(批号 121757-202101)、薄荷脑(批号 110728-201707)、前胡(批号 120951-201706)、桑白皮(批号 121124-202109)对照药材、紫苏叶油对照提取物(批号 111549-200101)均购自中国食品药品检定研究院;石膏饮片、瓜蒌子饮片、苦杏仁水均由保定中药制药股份有限公司提供,经天津市药品检验研究院赵晨副研究员鉴定均符合要求。乙腈(色谱纯,Merck 公司),甲醇(色谱纯,Merck 公司),磷酸(色谱纯,阿拉丁生化科技股份有限公司),水为 Milli-Q 超纯水。

84 批次泻白糖浆样品从全国各地流通环节抽样获得,其中河北金牛原大药业科技有限公司共 30 批泻白糖浆,编号为 A1~A30;保定中药制药股份有限公司共 34 批泻白糖浆,编号为 B1~B34;津药达仁堂集团股份有限公司隆顺榕制药厂共 20 批泻白糖浆,编号为 C1~C20。

2 方法与结果

2.1 色谱条件

Endeavorsil C₁₈-A 色谱柱(100 mm×2.1 mm, 1.8 μm);流动相为乙腈(A)-0.1%磷酸溶液(B),梯度洗脱(0~30 min, 2%→22%乙腈;30~40 min, 22%→50%乙腈;40~50 min, 50%→70%乙腈;50~55 min, 70%→90%乙腈);检测波长:230 nm;柱温:30 °C;体积流量:0.3 mL/min。

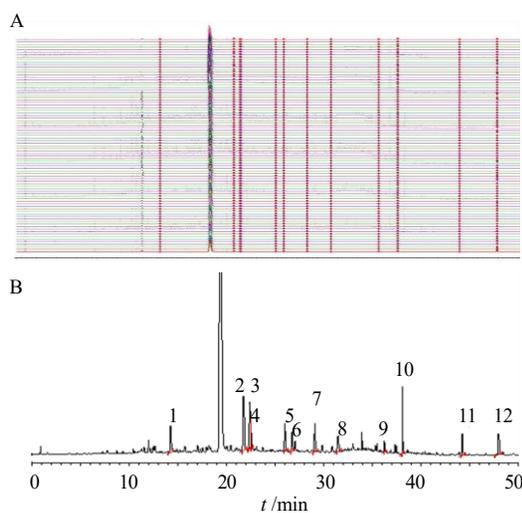
2.2 溶液的制备

2.2.1 对照品溶液的制备 取甘草苷、甘草酸铵和白花前胡甲素对照品适量,精密称定,分别加甲醇制成 20、100、50 μg/mL 的溶液。

2.2.2 供试品溶液的制备 精密量取泻白糖浆 10 mL,通过 D-101 大孔吸附树脂上(内径为 1 cm、柱高为 15 cm,依次用乙醇、水预洗),以 30 mL 水洗脱,弃去洗脱液,再用甲醇 30 mL 洗脱,收集洗脱液,蒸干,残渣加 50%甲醇定容至 10 mL 量瓶,摇匀,用 0.22 μm 微孔滤膜滤过,取续滤液,即得。

2.3 指纹图谱的建立

分别取 3 家企业的 84 批次泻白糖浆样品,制备供试品溶液,进行分析,得到 UPLC 色谱图,将色谱图导入国家药典委员会《中药色谱指纹图谱相似度评价系统软件》2012 版,时间窗宽度为 0.1,多点校正后进行峰匹配,采用中位数法生成泻白糖浆对照指纹图谱(R),结果见图 1。



2-甘草苷, 10-甘草酸铵, 11-白花前胡甲素。

2-glycyrrhizin, 10-glycyrrhetic acid ammonium, 11-praeurptorin A.

图 1 泻白糖浆 UPLC 指纹图谱(A)和对照指纹图谱(B)

Fig. 1 UPLC fingerprinting chromatogram (A) and control fingerprint (B) of Xiebai Syrup

2.4 方法学考察

2.4.1 精密度试验 取编号 B20 泻白糖浆，制备供试品溶液，进样分析，连续进样 6 次，并记录色谱图。以甘草酸铵为参照物峰，计算各共有峰的相对保留时间和相对峰面积，结果共有峰的相对保留时间均小于 0.05%，相对峰面积的 RSD 值均小于 3.0%。

2.4.2 重复性试验 取编号 B20 泻白糖浆，平行制备 6 份供试品溶液，进样分析并记录色谱图。以甘草酸铵为参照物峰，计算各共有峰的相对保留时间和相对峰面积，结果共有峰的相对保留时间均小于 0.08%，相对峰面积的 RSD 值均小于 3.0%。

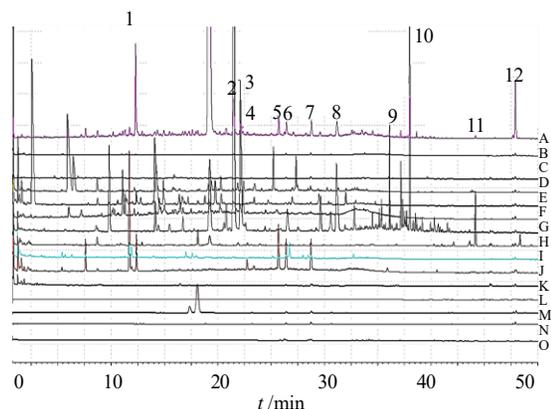
2.4.3 稳定性试验 取编号 B20 泻白糖浆制备的供试品溶液，在 0、4、8、12、16、24 h 进行指纹图谱分析。以甘草酸铵为参照物峰，计算各共有峰的相对保留时间和相对峰面积，结果共有峰的相对保留时间均小于 0.08%，相对峰面积的 RSD 值均小于 2.4%。结果表明供试品溶液在 24 h 内具有良好的稳定性。

2.5 指纹图谱色谱峰指认和相似度计算

取处方中的 13 味药材，按供试品溶液的制备项下方法分别制备药材供试品溶液，并与对照品溶液进行检测，先将药材、对照品与制剂比对，确定保留时间相同的色谱峰，再用二极管阵列检测器中光谱图进行验证，最终确认了 12 个峰作为共有峰，指认了其中 3 个色谱峰，峰 2 为甘草苷，峰 10 为甘草酸铵，峰 11 为白花前胡甲素。峰 1 来源于葶苈子；峰 4 来源于麻黄；峰 2、3、6、8、10 来源于甘草；峰 7 来源于紫菀、川贝母；峰 5、7、9 来源于款冬花；峰 11 来源于前胡；峰 12 来源于桑白皮、瓜蒌子。12 个共有峰中未见石膏、苦杏仁、薄荷脑、紫苏叶油的色谱峰。结果见图 2。84 批泻白糖浆样品制成供试品溶液，进行指纹图谱分析。将色谱图以 AIA 格式输出，导入相似度计算软件，与对照图谱比较，相似度 0.697~0.971，并且企业 A 相似度在 0.728~0.946，企业 B 相似度在 0.697~0.971，企业 C 相似度范围为 0.881~0.925，说明企业之间、企业内部的泻白糖浆样品批间次相似度有差异，结果见表 1。

2.6 化学计量学分析

随着现代科学技术特别是仪器分析、化学计量学等学科迅速发展，中药质量控制与评价研究的新



A-泻白糖浆, B-桑白皮, C-瓜蒌子, D-北葶苈子, E-南葶苈子, F-麻黄, G-甘草, H-前胡, I-紫菀, J-款冬花, K-川贝母, L-薄荷脑, M-苦杏仁水, N-石膏, O-紫苏叶油。

A-Xiebai Syrup, B-Mori Cortex, C-Trichosanthis Semen, D-Lepidium apetalum, E-Descurainia sophia, F-Ephedrae Herba, G-Glycyrrhizae Radix et Rhizoma, H-Peucedani Radix, I-Asteris Radix et Rhizoma, J-Farfarae Flos, K-Fritillariae Cirrhosae Bulbus, L-menthol, M-Armeniacae Semen Amarum, N-Gypsum Fibrosum, O-Perillae Folium oil.

图 2 泻白糖浆与处方中的 13 味药材的叠加图

Fig. 2 UPLC fingerprinting chromatogram of Xiebai Syrup and control medicinal materials

思路与新方法不断出现，有效地促进了中药标准化研究，同时也解决了中药质量控制的数据化、标准化难题^[7]。HCA 可将指纹图谱中复杂的数据合理地分成若干类，逐步归群成类的方法，能客观地反映不同批次泻白糖浆的内在组合关系。将泻白糖浆指纹图谱共有模式筛选出的 12 个共有峰峰面积数据标准化处理，对 84 批样品进行 HCA，采用共有峰面积为变量，以余弦距离作为度量准，见图 3。样品聚为 3 类：C1、C2、C17、C15、C10、C6、B7、B9、B15、B8、B28、B17、B11、B21、B12 聚为第 1 类，A21、A22、A11、A25、A15、A7、A1 聚为第 2 类，C12、A2、A20、A17、B33、A2 聚为第 3 类。结果表明不同企业生产的泻白糖浆质量存在差异较大，并且同一家企业样品不同批次间质量也存在较大差异。

PCA 能实现对原始数据所包含的多个自变量进行线性拟合，以新的低维变量代替原始高维变量，各主成分之间互不相关，这些主成分能够反映原始变量的大部分信息^[8]。为了获得准确和直观的分类结果，将 84 批次泻白糖浆样品中的 12 个共有峰峰面积导入相关统计软件，以 12 个共有峰峰面积为变量对不同厂家的泻白糖浆分析，通过主成分

表 1 泻白糖浆样品相似度测定结果

Table 1 Results of similarities of Xiebai Syrup samples

编号	批号	相似度	编号	批号	相似度	编号	批号	相似度
A1	5191108	0.917	A29	5191107	0.922	B27	200323	0.950
A2	5200114	0.728	A30	5200410	0.741	B28	200453	0.929
A3	5190902	0.875	B1	200338	0.889	B29	1912127	0.952
A4	5191204	0.917	B2	200446	0.890	B30	201168	0.947
A5	5200110	0.903	B3	190340	0.903	B31	201279	0.932
A6	5191201	0.891	B4	200452	0.937	B32	200343	0.966
A7	5200411	0.846	B5	200111	0.960	B33	200444	0.813
A8	5200415	0.939	B6	200328	0.697	B34	1909106	0.964
A9	5200408	0.941	B7	200321	0.956	C1	300069	0.915
A10	5191218	0.931	B8	200116	0.943	C2	300096	0.922
A11	5191205	0.946	B9	200334	0.954	C3	300090	0.888
A12	5200113	0.902	B10	201172	0.955	C4	300090	0.888
A13	5191220	0.926	B11	190578	0.971	C5	300096	0.917
A14	5200402	0.924	B12	201173	0.954	C6	300092	0.885
A15	5200110	0.904	B13	200326	0.972	C7	300069	0.915
A16	5191105	0.908	B14	201175	0.958	C8	300093	0.902
A17	5200104	0.913	B15	200333	0.961	C9	300096	0.918
A18	5191204	0.916	B16	200112	0.963	C10	300085	0.881
A19	5200404	0.924	B17	1909109	0.949	C11	300094	0.820
A20	5200411	0.851	B18	200330	0.810	C12	300096	0.922
A21	5200101	0.856	B19	190350	0.944	C13	300096	0.925
A22	5191127	0.919	B20	1911117	0.961	C14	300085	0.880
A23	5200405	0.880	B21	190339	0.958	C15	300095	0.913
A24	5200502	0.911	B22	200115	0.933	C16	300096	0.919
A25	5200502	0.918	B23	200112	0.964	C17	300091	0.891
A26	5200104	0.914	B24	1911117	0.964	C18	300099	0.897
A27	5191211	0.907	B25	200339	0.951	C19	300095	0.913
A28	5191009	0.928	B26	200105	0.969	C20	300093	0.902

分析得到了的泻白糖浆前两个主成分得分散点图 (Scores 图), 并生成了 5 个主成分, 主成分 1~5 累积方差贡献率分别是 0.473、0.742、0.846、0.906、0.957, 5 个主成分累积方差贡献率为 95.7%, 说明了模型稳定可靠。 Q^2 为模型预测指数, 经软件分析该值为 $0.678 > 0.5$, 证明模型预测能力良好, 由图 4 得分散点图可见泻白糖浆离散程度较大, 其中药厂 A 的产品差异性更明显。

OPLS-DA 是为更好地寻找到不同批次泻白糖浆的质量差异标志物, 采用有监督的 OPLS-DA 进行建模分析, 使用相关统计软件进行正交偏最小二

乘判别分析, 并计算预测变量重要性投影 (VIP)。3 家企业样品得分散点图见图 5。本研究中的自变量拟合指数 (R^2_X) 为 0.948, 因变量拟合指数 (R^2_Y) 为 0.703, 模型预测指数 (Q^2) 为 0.683, R^2 和 Q^2 均大于 0.5, 表明模型拟合结果可接受。经过 200 次置换检验, 得到 OPLS-DA 的 Permutation 图, 见图 6。可知 R^2 和 Q^2 截距值分别为 -0.016 3、-0.106 0, 所有 R^2 和 Q^2 的左边的点都低于最右边的点, 说明模型没有出现过拟合, 模型验证有效, 认为该结果可用于不同批次间泻白糖浆质量差异标志物的筛选。通过 VIP 图 (图 7) 可知, 以 VIP 值大于 1.0 为显

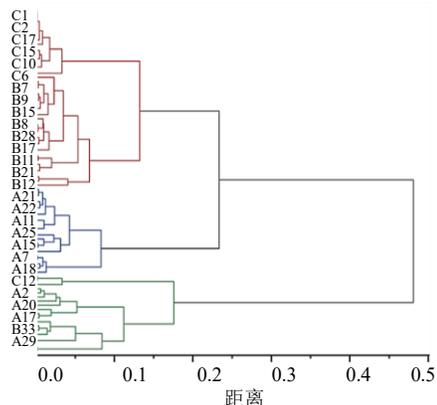


图 3 泻白糖浆的聚类分析图

Fig. 3 Cluster analysis diagram of Xiebai Syrup

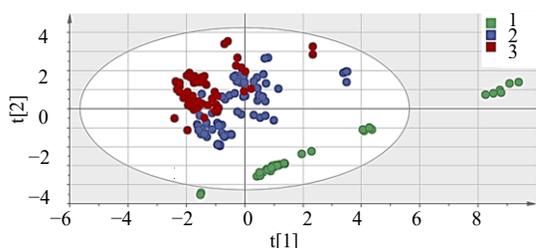


图 4 泻白糖浆主成分分析得分散点图

Fig. 4 Principal component analysis score scatter plot of Xiebai Syrup

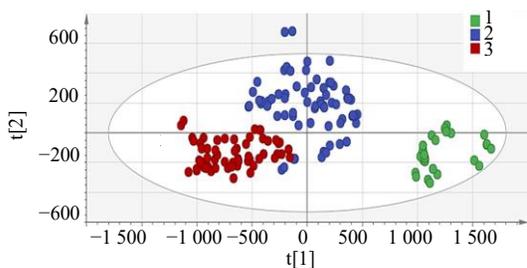


图 5 泻白糖浆 OPLS-DA 得分图

Fig. 5 OPLS-DA score plot of Xiebai Syrup

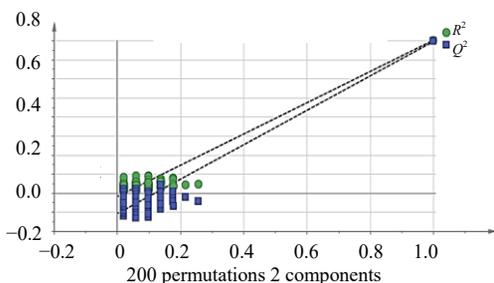


图 6 泻白糖浆 OPLS-DA 模型置换检验

Fig. 6 Permutation validate model of Xiebai Syrup OPLS-DA

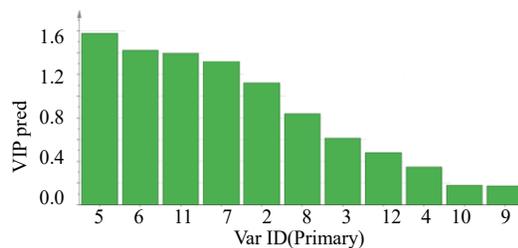


图 7 泻白糖浆 12 个共有峰 VIP 值

Fig. 7 VIP values of 12 common peaks of Xiebai Syrup

著影响，共找到 5 个差异标志物，依次为峰 5、6、11、7、2，峰 5、7 来自款冬花，峰 2、6 来自甘草，峰 11 来自前胡。这些成分是影响泻白糖浆质量差异的标志成分，值得在处方指标成分上加以重视和严格控制。

3 讨论

3.1 指纹图谱方法建立

本实验分别选择 Waters Acquity UPLC BEH C₁₈ 色谱柱、迪马 Endeavorsil C₁₈-A 色谱柱对样品进行 UPLC 分析，结果发现，迪马 Endeavorsil C₁₈-A 色谱柱对泻白糖浆中相关成分的分离效果较优，因此确定其作为泻白糖浆 UPLC 指纹图谱分析用色谱柱。采用 DAD 检测器分别在 210、230、250、280、320 nm 波长下进行泻白糖浆色谱分析，发现 230 nm 检测波长下泻白糖浆中主要化合物信息较全面和稳定，色谱峰响应值良好，基线平稳，因此选择 230 nm 作为检测波长。分别设置了 25、30、35、40 °C 4 个柱温进行泻白糖浆色谱分析，结果表明在 30 °C 条件下指纹图谱基线平稳，分离效果良好，因此选择 30 °C 为检测柱温。分别设置了 0.2、0.25、0.3 mL/min 3 个体积流量进行泻白糖浆色谱分析，结果表明在 0.3 mL/min 条件下，指纹图谱基线平稳，分离效果好，因此选择检测体积流量为 0.3 mL/min。

选择供试品原液进样、甲醇稀释进样和过 D-101 大孔吸附树脂洗脱后进样，综合考察发现原液进样能保留更多色谱峰，但是糖浆剂中蔗糖含量太高，会对 UPLC 仪器和色谱柱造成损坏；甲醇稀释进样，色谱峰均偏低，不利于积分；经过 D-101 大孔吸附树脂上样后能将蔗糖除去，并浓缩样品中有效成分，故最终确定大孔吸附树脂上样，水、甲醇洗脱，收集甲醇洗脱液为提取方法。

3.2 指纹图谱共有峰指认

泻白糖浆处方为石膏、桑白皮等 13 味中药组成，根据处方和制备工艺研究结合仪器检测发现，石膏作为君药，因其为矿物药，无紫外吸收，改用

ICP-MS法进行 Ca^{2+} 、 SO_4^{2-} 测定^[9-10]；处方中的苦杏仁按照工艺方法制备成杏仁水，采用高效液相色谱法未检测出任何成分，分别采用离子色谱法、气相色谱法检测到氢氰酸、苯甲醛^[11-12]；紫苏叶油和薄荷脑均无紫外吸收，均采用气相色谱法进行质量检测^[13-14]。其余药味经指纹图谱方法均得到峰指认。

3.3 指纹图谱相似度和化学计量学分析

实验样品涉及3家生产企业，通过建立泻白糖浆UPLC指纹图谱确定了12个共有峰，84批样品中21批样品相似度小于0.90，由相似度数据可知各企业的样品相似度离散程度较大。因此采用化学计量学进一步对现有数据进行深度剖析，经HCA、PCA和OPLS-DA分析，可直观发现不同企业样品差异较大，某些企业生产的不同批次样品也存在较大差距。而由OPLS-DA分析得出12个共有峰VIP值，在分析模型预测性良好的情况下，VIP值大于1的5个化合物对泻白糖浆质量差异度的影响较大，值得在处方指标成分上加以重视和严格控制。

综上所述，基于指纹图谱研究结果发现，存在指纹图谱差异性主要原因可能与各企业生产工艺参数不一致有关，与处方投料质量也存在巨大关系。因现行质量标准过于简单，无法对泻白糖浆进行有效合理的质量评价和监测，建议将指纹图谱收录到质量标准中，以期能全面监测及评估泻白糖浆的产品质量，指导实际生产。

利益冲突 所有作者均声明不存在利益冲突

参考文献

- [1] 张天兴. 泻白散实可清脾刍议 [J]. 中医儿科杂志, 2017, 13(1): 55-57.
- [2] 卫生部药品标准中药成方制剂第十五册 [S]. WS3-B-2919-98.
- [3] 滕泽学. 中药指纹图谱在药品检验中的应用及质量评价 [J]. 评价与分析, 2025, 3(9): 151-153.
- [4] 姜博千, 尹海波, 王丹, 等. 多指标定量结合化学计量学评价不同产地野生白鲜皮质量及产地识别模型的建立 [J]. 中草药, 2025, 56(9): 3274-3282.
- [5] 许莉, 黄晓婧, 高鹏, 等. 基于多组分含量测定和化学计量学的风寒感冒颗粒整体质量评价研究 [J]. 中草药, 2020, 51(14): 3670-3678.
- [6] 赵伟, 陈树和, 闫斌, 等. 基于指纹图谱结合化学模式识别的精天颗粒质量评价 [J]. 中国药房, 2025, 36(3): 300-305.
- [7] 孙立丽, 王萌, 任晓亮. 化学模式识别方法在中药质量控制研究中的应用进展 [J]. 中草药, 2017, 48(20): 4339-4345.
- [8] 庞晶瑶, 王伽伯, 马致洁, 等. 基于化学指纹图谱和生物毒性检测的何首乌质量评控 [J]. 中草药, 2014, 45(23): 3392-3396.
- [9] 张瑶芝, 皮雯敏, 谭心如, 等. 基于中药超分子探究甘草配伍石膏与 $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ 的剂相态、物质形态和晶型状态差异 [J]. 中国中药杂志, 2025, 50(2): 412-421.
- [10] 聂黎行, 查祎凡, 陈玉红, 等. 基于ICP-MS和对照制剂的牛黄清胃丸中石膏的质量评价 [J]. 环境化学, 2018, 37(10): 2322-2325.
- [11] 柏寒, 贺梦媛, 徐洋, 等. 中药苦杏仁研究进展及质量标志物的预测分析 [J]. 中华中医药学刊, 2024, 42(9): 199-209.
- [12] 苗恬, 张正锋, 曾军, 等. 离子色谱法测定杏苏止咳糖浆中氢氰酸的含量 [J]. 食品与药品, 2024, 26(3): 223-226.
- [13] 温方方, 张昊, 姜鹏. 气相色谱同时测定紫苏叶油中紫苏烯、紫苏酮和紫苏醛含量 [J]. 上海医药, 2022, 43(11): 76-79.
- [14] 杨柳, 周雅轩, 张囡, 等. 气相色谱-质谱同时测定复方薄荷脑滴鼻液中薄荷脑和樟脑含量 [J]. 儿科药理学杂志, 2023, 29(11): 32-35.

【责任编辑 解学星】