

## 基于超分子“印迹模板”理论分析五味消毒饮基准样品的质量属性

肖强<sup>1,2</sup>, 袁琴<sup>1,2</sup>, 张子桢<sup>1,2</sup>, 陈凡<sup>1,2</sup>, 刘丹玲<sup>1</sup>, 黄端阳<sup>1</sup>, 曾慧<sup>1</sup>, 潘雪<sup>1,2</sup>, 贺福元<sup>1,2\*</sup>, 肖美凤<sup>1,2\*</sup>

1. 湖南中医药大学药学院, 湖南长沙 410208

2. 中药成药性与制剂制备湖南省重点实验室, 湖南长沙 410208

**摘要:** 目的 基于超分子“印迹模板”理论, 研究五味消毒饮(Wuweixiaodu Yin, WXY)成分群在“药材-基准样品”制备过程中的自主作用规律, 阐明其质量属性的量值传递规律。方法 水煎法制备15批WXY基准样品, 建立UPLC指纹图谱分析方法, 指认关键色谱峰, 在240 nm波长处测定绿原酸、秦皮乙素、菊苣酸、新绿原酸、隐绿原酸、异绿原酸A、异绿原酸B、异绿原酸C、格列风内酯和蒙花苷的含量; 计算药材及基准样品转移率、出膏率、总量统计矩和信息熵等参数。结果 15批WXY基准样品指纹图谱相似度>0.9, 指认10个色谱峰, 设定10个特征色谱峰。15批WXY基准样品出膏率为43.27%~53.43%; 绿原酸、秦皮乙素、菊苣酸、新绿原酸、隐绿原酸、异绿原酸A、异绿原酸B、异绿原酸C、格列风内酯和蒙花苷的转移率依次为34.35%~42.72%、51.52%~58.80%、28.21%~32.04%、56.26%~65.59%、40.63%~53.89%、22.35%~31.29%、38.39%~46.22%、34.02%~40.82%、18.64%~20.96%、28.55%~32.63%, 均未出现离散数据; 5味药材与基准样品UPLC指纹图谱的信息熵的RSD均<10%; WXY(药材)的总量一阶矩(mean chromatographic retention time of total quantum, MCRT<sub>T</sub>)、信息熵的RSD分别为3.90%、2.25%。结论 基于超分子“印迹模板”作用参数的基准样品质量分析, 为WXY基准样品的质量控制和复方制剂开发提供科学依据。

**关键词:** 经典名方; 五味消毒饮; 基准样品; 量值传递规律; 超分子; 印迹模板; 质量属性; 指纹图谱; 绿原酸; 秦皮乙素; 菊苣酸; 新绿原酸; 隐绿原酸; 异绿原酸A; 异绿原酸B; 异绿原酸C; 格列风内酯; 蒙花苷; 总量统计矩; 信息熵

中图分类号: R283.6 文献标志码: A 文章编号: 0253-2670(2026)11-4147-11

DOI: 10.7501/j.issn.0253-2670.2026.11.007

## Analysis on quality attribute of substance benchmarks of Wuwei Xiaodu Yin based on supramolecular “imprinting template” theory

XIAO Qiang<sup>1,2</sup>, YUAN Qin<sup>1,2</sup>, ZHANG Zian<sup>1,2</sup>, CHEN Fan<sup>1,2</sup>, LIU Danling<sup>1</sup>, HUANG Duanyang<sup>1</sup>, ZENG Hui<sup>1</sup>, PAN Xue<sup>1,2</sup>, HE Fuyuan<sup>1,2</sup>, XIAO Meifeng<sup>1,2</sup>

1. College of Pharmacy, Hunan University of Traditional Chinese Medicine, Changsha 410208, China

2. Key Laboratory of Druggability and Preparation Modification for Traditional Chinese Medicine of Hunan Province, Changsha 410208, China

**Abstract: Objective** Based on the supramolecular “imprinting template” theory, this study investigates the autonomous interaction patterns of the component groups in Wuwei Xiaodu Yin (WXY, 五味消毒饮) during the preparation process from crude herbs to reference samples and elucidates the quantitative transfer law of its quality attributes. **Methods** Fifteen batches of WXY reference samples were prepared via water decoction. A UPLC fingerprint analysis method was established to identify key chromatographic peaks and determine the contents of chlorogenic acid, esculetin, cichoric acid, neochlorogenic acid, cryptochlorogenic acid, isochlorogenic acid A, isochlorogenic acid B, isochlorogenic acid C, glehinnalin, and linarin were determined at 240 nm. Parameters

收稿日期: 2025-11-25

基金项目: 国家自然科学基金资助项目(82274215); 国家自然科学基金资助项目(82404815); 湖南省自然科学基金资助项目(2025JJ80145); 湖南省中医药管理局(B2024010); 湖南中医药大学研究生科研创新项目(2025CX083); 湖南中医药大学研究生科研创新项目(2025XC096); 湖南中医药大学研究生科研创新项目(CX20251199)

作者简介: 肖强, 硕士研究生, 研究方向为中药及复方超分子研究。E-mail: 2538569297@qq.com

\*通信作者: 贺福元, 教授, 从事中药药理学、中药药剂学、中药超分子与数理特征化研究。E-mail: pharshmsharking@163.com

肖美凤, 博士, 副教授, 主要从事中药及复方有效性、中药超分子与定量网络药理学研究。Tel: (0731)88458232 E-mail: 29457543@qq.com

such as transfer rate, extract yield, total statistical moment, and information entropy were calculated for both the herbs and the reference samples. **Results** The fingerprint similarity of the 15 batches of reference samples was greater than 0.9. Fourteen chromatographic peaks were identified, with 10 characteristic peaks defined. The extract yield ranged from 43.27% to 53.43%. The transfer rates of chlorogenic acid, esculetin, cichoric acid, neochlorogenic acid, cryptochlorogenic acid, isochlorogenic acid A, isochlorogenic acid B, isochlorogenic acid C, glehinnalin, and linarin were 34.25%—42.72%, 51.52%—58.80%, 28.21%—32.04%, 56.26%—65.59%, 40.63%—53.89%, 22.35%—31.29%, 38.39%—46.22%, 34.02%—40.82%, 18.64%—20.96%, and 28.55%—32.63%, respectively, with no discrete data observed. The relative standard deviations (RSDs) of the information entropy for the UPLC fingerprints of the five herbs and the reference samples were all less than 10%. The RSDs of mean chromatographic retention time of total quantum (MCRT<sub>T</sub>) and information entropy for WXY (crude herbs) were 3.90% and 2.25%, respectively. **Conclusion** Quality analysis of the reference samples based on the parameters of the supramolecular “imprinting template” provides a scientific basis for the quality control of WXY reference samples and the development of compound formulations.

**Key words:** classical famous formula; Wuwei Xiaodu Yin; benchmark substance; law of value transfer; supramolecular; imprinted template; quality attribute; fingerprint; chlorogenic acid; aesculetin; cichoric acid; neochlorogenic acid; cryptochlorogenic acid; isochlorogenic acid A; isochlorogenic acid B; isochlorogenic acid C; glifonlactone; limonide; total statistical moment; information entropy

五味消毒饮 (Wuwei Xiaodu Yin, WXY) 出自清代吴谦所著《医宗金鉴》，收录于《古代经典名方目录 (第一批)》第九十六首<sup>[1]</sup>，由金银花、野菊花、蒲公英、紫花地丁、紫背天葵子 5 味中药组成；具有清热解毒、消散疔疮功效<sup>[2-3]</sup>，是历代治疗疔疮肿毒经典方剂，常应用于中医临床。

超分子“印迹模板”起源于受体-配体理论，指在空间结构和结合点能完全匹配的模板物；对中药成分来说，既是其分子结构的活性空间结构，也可以看成活性原子团的空间识别点阵<sup>[4]</sup>。超分子“印迹模板”理论将中药阐释为自然界生物超分子的宏观聚集体，药渣与有效成分分别被视为“主体”与“客体”，在多尺度印迹模板的驱动下，发生自识别、自组装等超分子作用；且药材所呈现的遗传多态性，本质上亦源于其超分子整体属性的差异<sup>[5-6]</sup>。将这一理论应用于中药复方制剂的基准样品研究，为理解“药材-基准样品”过程的质量传递提供了新的理论视角和方法学支撑。

在《古代经典名方中药复方制剂简化注册审批管理规定》中要求，基准样品是保障制剂与临床用药“物质基础一致”的核心，而《古代经典名方中药复方制剂及其基准样品的申报资料要求 (征求意见稿)》进一步强调，需借助指纹图谱、含量测定与出膏率等关键质量属性，阐明“药材-基准样品”的量值传递规律<sup>[7-8]</sup>。

本研究基于超分子“印迹模板”理论，通过建立 UPLC 指纹图谱，测定指标性成分含量及转移率，并结合出膏率、总量一阶矩 (mean chromatographic retention time of total quantum, MCRT<sub>T</sub>)、信息熵与

信息量等参数，初步勾勒其从药材到基准样品的量值传递特征，以期为该复方制剂的后续研发与质量一致性评价提供科学依据。

## 1 仪器与材料

### 1.1 仪器

Waters 2695 型超高效液相色谱仪，美国 Waters 公司；JA3003 型十万分之一精密电子天平，上海舜宇恒平科学仪器有限公司；JCS-31002C 型电子分析天平，哈尔滨众汇衡器有限公司；Scientz-10 型冷冻干燥机、SB-5200DTD 型超声波清洗机，宁波新芝生物科技股份有限公司。

### 1.2 材料

对照品异绿原酸 A (批号 CYR-Y0027250102)、异绿原酸 B (批号 CYR-Y0028220607)、新绿原酸 (批号 CYR-X0069240401)，四川萃益润 (精萃宝) 生物科技有限公司；对照品异绿原酸 C (批号 WKQ22011702)，维克奇生物科技有限公司；对照品格列风内酯 (批号 P07D6F7165)、绿原酸 (批号 A22GB158496)、秦皮乙素 (批号 C25J7Y18390)、菊苣酸 (批号 O13IB228594)、蒙花苷 (批号 A11IB222723)，上海源叶生物科技有限公司；对照品隐绿原酸 (批号 DST210427-035)，成都乐美天医药科技有限公司；以上 10 个对照品质量分数均 ≥ 98.0%；甲醇、乙晴，色谱纯，美国天地有限公司；水，实验室二次蒸馏水。

药材金银花、蒲公英、野菊花、紫花地丁、紫背天葵子均购自老百姓大药房，经湖南中医药大学药学院石继连教授鉴定，金银花为忍冬科忍冬属植物忍冬 *Lonicera japonica* Thunb. 的干燥花蕾或带初

开的花，蒲公英为菊科蒲公英属植物蒲公英 *Taraxacum mongolicum* Hand. -Mazz.的干燥全草，野菊花为菊科菊属植物野菊 *Chrysanthemum indicum* L.的干燥头状花序，紫花地丁为堇菜科堇菜属植物紫花地丁 *Viola yedoensis* Makino 的干燥全草，紫背天葵子为毛茛科天葵属植物天葵 *Semiaquilegia adoxoides* (DC.) Makino 的干燥块根，均符合《中国

药典》2025年版各饮片项下性状鉴别项规定。药材产地信息见表1。实验中使用的黄酒为《中国药典》2025年版所载的黄酒，其原料为糯米，曲用白曲，具体工艺和质量标准可参考《黄酒》GB/T13662-2018“传统型黄酒”中的“干黄酒”。采用随机数法对5味药材进行随机组合并排序，制得15批WXY基准样品，组合信息见表1。

表1 WXY药材来源

Table 1 Sources of crude drugs for WXY

样品	金银花		蒲公英		野菊花		紫花地丁		紫背天葵子	
	批号	产地	批号	产地	批号	产地	批号	产地	批号	产地
S1	22122105	河南	240302	甘肃	2404001	湖北	23082902	河南	2311001	湖南
S2	20220901	山东	20240523	甘肃	230101	湖北	231101	河南	24112205	湖北
S3	20241102	山东	2407005	山东	22040101	安徽	230901	湖北	2211001	湖南
S4	20220512	山东	24100601	甘肃	220901	湖北	23082902	河北	24052404	安徽
S5	240705	河南	20240801	山东	23080101	安徽	241001	河北	20052316	安徽
S6	2410147	河南	24110507	陕西	220401	湖南	22122813	湖北	220602	湖北
S7	2406001	山东	240601	陕西	231101	湖南	21012506	河南	19072603	湖南
S8	20240703	山东	240902	甘肃	240601	湖北	22082902	河北	22071308	湖北
S9	20240801	河南	250101	甘肃	221201	安徽	220501	湖北	221001	安徽
S10	220811	河北	2306001	山东	2401001	湖北	23052206	河南	22122501	湖南
S11	241101	河北	2406001	山东	20250107	湖南	231109	河南	210226	湖北
S12	220709	河北	24100603	陕西	230809	湖南	230401	湖北	2023041425	安徽
S13	230801	河北	240302	山东	220101	安徽	231001	河北	221101	湖北
S14	240621	河北	24092103	陕西	240801	湖南	23082902	河北	22042007	湖南
S15	2411001	河南	240702	陕西	2102109	安徽	240301	湖北	211001	安徽

## 2 方法与结果

### 2.1 15批WXY基准样品的制备

本研究基于对古今文献的考证设定处方剂量，参照现代《医疗机构中药煎药室管理规范》的相关要求，并通过综合评估指纹图谱特征、指标性成分含量及出膏率等关键质量属性，考察加水量、煎煮时间、浓缩温度与最终体积、干燥方式等关键工艺，确立全方的煎煮方法为称取金银花15 g、蒲公英6 g、野菊花6 g、紫花地丁6 g、紫背天葵子6 g，共39 g，置于3 L电陶瓷煎药壶中，加水550 mL，浸泡30 min，加热煮沸至220 mL（大火煮沸后转中小火煎煮40 min），再加黄酒140 mL，沸腾2次后趁热滤过，药渣按照相同方法煎煮共2次，合并2次滤液，水煎液于70℃下减压浓缩至密度为1.12，浓缩液转移至真空冷冻干燥机（温度-60℃，真空度<80 Pa）中冻干48 h，得WXY基准样品冻干粉。按照处方量称取各单味药材及缺相应药材，得到各阴性对照复方，同法制得各单味药材及各阴性对照

样品。

### 2.2 WXY基准样品UPLC指纹图谱的建立

**2.2.1 色谱条件** 色谱柱为Waters Acquity UPLC BEH C<sub>18</sub>（100 mm×2.1 mm，1.7 μm）柱；流动相为0.1%磷酸水溶液-乙腈，梯度洗脱：0~2 min，1%乙腈；2~4 min，1%~6%乙腈；4~16 min，6%~7%乙腈；16~18 min，7%~8%乙腈；18~25 min，8%~15%乙腈；25~35 min，15%~20%乙腈；35~45 min，20%~30%乙腈；45~52 min，30%~60%乙腈；52~60 min，60%~1%乙腈；检测波长为240 nm；柱温为30℃；体积流量为0.3 mL/min；进样量为1 μL。

**2.2.2 供试品溶液的制备** 称取WXY基准样品冻干粉0.5 g，精密称定，置于具塞锥形瓶中，加纯甲醇25 mL，超声（功率250 W、频率40 kHz）30 min，取出放冷，再称定质量，用纯甲醇补足减失的质量，摇匀滤过，取续滤液，即得供试品溶液。同法制备各单味药材、各阴性对照供试品溶液。

**2.2.3 对照品溶液的制备** 分别称取绿原酸、秦皮乙素、菊苣酸、新绿原酸、隐绿原酸、异绿原酸 A、异绿原酸 B、异绿原酸 C、格列风内酯、蒙花苷适量，精密称定，用纯甲醇分别制成含绿原酸 269.18  $\mu\text{g/mL}$ 、秦皮乙素 43.68  $\mu\text{g/mL}$ 、菊苣酸 23.53  $\mu\text{g/mL}$ 、新绿原酸 37.21  $\mu\text{g/mL}$ 、隐绿原酸 133.41  $\mu\text{g/mL}$ 、异绿原酸 A 53.24  $\mu\text{g/mL}$ 、异绿原酸 B 52.43  $\mu\text{g/mL}$ 、异绿原酸 C 67.81  $\mu\text{g/mL}$ 、格列风内酯 12.03  $\mu\text{g/mL}$ 、蒙花苷 59.37  $\mu\text{g/mL}$  的对照品储备液。

**2.2.4 精密度考察** 取同一供试品溶液(S1)，按照“2.2.1”项下色谱条件连续进样6次。所得指纹图谱相似度均 $>0.90$ ；以保留时间适中、峰形良好且分离度高的5号峰(绿原酸)为参照峰，15个共有峰的相对保留时间RSD $<0.20\%$ ，相对峰面积RSD $<0.99\%$ ，表明该仪器精密度良好。

**2.2.5 稳定性考察** 取同一供试品溶液(S1)，按照“2.2.1”项下色谱条件，于制备后0、4、8、12、16、24 h分别进样测定。所得指纹图谱相似度均 $>0.90$ ；以5号峰(绿原酸)为参照峰，15个共有峰的相对保留时间RSD $<1.31\%$ ，相对峰面积RSD $<0.83\%$ ，结果表明供试品溶液在24 h内稳定性良好。

**2.2.6 重复性考察** 取同一批基准样品(S1)，按照“2.2.2”项下方法平行制备6份供试品溶液，依照“2.2.1”项下色谱条件进样分析。所得指纹图谱相似度均 $>0.90$ ；以5号峰(绿原酸)为参照峰，15个共有峰的相对保留时间RSD均小于0.63%，相对峰面积的RSD均小于1.79%，表明该分析方法重复性良好。

**2.2.7 WXY 指纹图谱的建立及相似度评价** 称取15批WXY基准样品(编号S1~S15)，按照“2.2.2”项下方法制备供试品溶液，按照“2.2.1”项下色谱条件进样测定，将15批WXY样品指纹图谱，以AIA格式导入“中药色谱指纹图谱相似度评价系统(2012版)”软件，以S1为参照图谱，采用中位数法，时间窗宽度0.1 s，标记(Mark)峰匹配，并生成对照指纹图谱(R)。15批WXY基准样品指纹图谱见图1，共标定14个共有峰，15批WXY基准样品指纹图谱相似度依次为0.984、0.996、0.992、0.993、0.983、0.975、0.993、0.998、0.993、0.974、0.984、0.987、0.991、0.995、0.989，均大于0.90，表明不同批次样品的主要物质群差异小，制备工艺稳定。

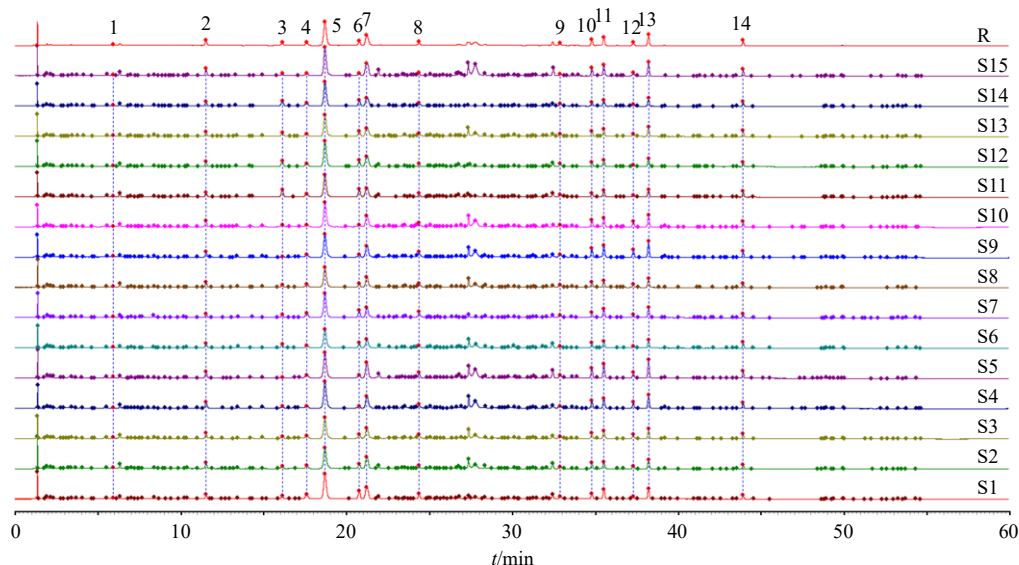
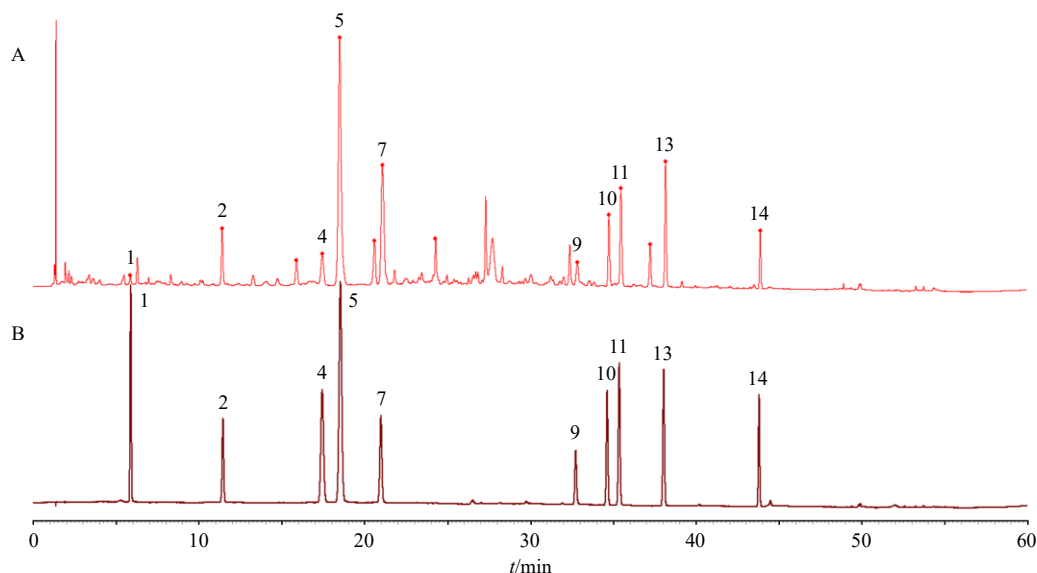


图1 15批WXY基准样品UPLC指纹图谱及其对照指纹图谱(R)

Fig. 1 UPLC fingerprints of 15 batches of WXY reference samples and generated reference fingerprint (R)

**2.2.8 共有峰归属研究** 取各单味药和各阴性对照样品同法制得供试品溶液，将基准样品(S1)色谱图与各单味药和各阴性对照样品色谱图进行比较，对共有峰进行归属研究，通过WXY中10个成分UPLC图(图2)比对，指认了10个色谱峰，15批基准样品特征图谱与单味药材及缺相应药材阴性

对照复方色谱图对比结果如图3所示，峰1(格列风内酯)归属于紫背天葵子、峰14(蒙花苷)归属于野菊花；峰4(秦皮乙素)归属于紫花地丁；峰2(新绿原酸)、5(绿原酸)、7(隐绿原酸)、10(异绿原酸B)、11(异绿原酸A)、13(异绿原酸C)为金银花、野菊花共有特征峰；峰9(菊苣酸)为



1-格列风内酯; 2-新绿原酸; 4-秦皮乙素; 5-绿原酸; 7-隐绿原酸; 9-菊苣酸; 10-异绿原酸 B; 11-异绿原酸 A; 13-异绿原酸 C; 14-蒙花苷。  
1-glechomane A; 2-neochlorogenic acid; 4-esculetin; 5-chlorogenic acid; 7-cryptochlorogenic acid; 9-cichoric acid; 10-isochlorogenic acid B; 11-isochlorogenic acid A; 13-isochlorogenic acid C; 14-linarin.

图 2 WXY 中 10 个指标成分混合对照品溶液的 UPLC 图 (A) 和 15 批样品的对照指纹图谱 (B)

Fig. 2 UPLC chromatogram of mixed reference solution containing ten indicator components of WXY (A) and reference fingerprint of 15 batches of samples (B)

蒲公英、紫花地丁共有特征峰。

### 2.3 WXY 基准样品指标成分含量测定方法的建立

2.3.1 色谱条件 同“2.2.1”项。

2.3.2 供试品溶液的制备 同“2.2.2”项。

2.3.3 对照品溶液的制备 同“2.2.3”项。

2.3.4 线性关系考察 分别精密吸取“2.2.3”项下对照品储备液, 稀释配制成 6 个不同质量浓度的系列对照品溶液。按照“2.2.1”项下色谱条件进样测定, 以峰面积为纵坐标 (Y), 对照品质量浓度为横坐标 (X), 绘制各指标成分标准曲线, 进行线性回归, 得回归方程及线性范围分别为格列风内酯  $Y=9\ 570.1 X-33\ 316.0$ ,  $R^2=0.999\ 7$ , 线性范围  $5.9\sim 118.0\ \mu\text{g/mL}$ ; 新绿原酸  $Y=5\ 683.2 X-19\ 520.0$ ,  $R^2=0.999\ 7$ , 线性范围  $9.8\sim 73.5\ \mu\text{g/mL}$ ; 秦皮乙素  $Y=5\ 469.2 X-48\ 877.0$ ,  $R^2=0.999\ 8$ , 线性范围  $23.8\sim 238.0\ \mu\text{g/mL}$ ; 绿原酸  $Y=5\ 468.0 X+28\ 693.0$ ,  $R^2=0.999\ 3$ , 线性范围  $103.0\sim 824.0\ \mu\text{g/mL}$ ; 隐绿原酸  $Y=5\ 404.1 X-6\ 028.8$ ,  $R^2=0.999\ 7$ , 线性范围  $13.4\sim 502.5\ \mu\text{g/mL}$ ; 菊苣酸  $Y=5\ 820.2 X-16\ 498.0$ ,  $R^2=0.999\ 9$ , 线性范围  $8.2\sim 143.5\ \mu\text{g/mL}$ ; 异绿原酸 B  $Y=4\ 852.2 X-28\ 801.0$ ,  $R^2=1.000\ 0$ , 线性范围  $16.10\sim 281.75\ \mu\text{g/mL}$ ; 异绿原酸 A  $Y=7\ 292.8 X-39\ 858.0$ ,  $R^2=1.000\ 0$ , 线性范围  $14.0\sim 245.0\ \mu\text{g/mL}$ ; 异绿原酸 C  $Y=6\ 130.8 X-36\ 815.0$ ,  $R^2=0.999\ 9$ ,

线性范围  $15.2\sim 266.0\ \mu\text{g/mL}$ ; 蒙花苷  $Y=3\ 121.3 X-24\ 160.0$ ,  $R^2=1.000\ 0$ , 线性范围  $19.8\sim 346.5\ \mu\text{g/mL}$ 。

2.3.5 精密度考察 取 S1 基准样品, 按照“2.2.2”项下方法制备供试品溶液 1 份, 按照“2.2.1”项下色谱条件连续进样 6 次, 绿原酸、秦皮乙素、菊苣酸、新绿原酸、隐绿原酸、异绿原酸 A、异绿原酸 B、异绿原酸 C、格列风内酯、蒙花苷峰面积的 RSD 分别为 1.76%、1.30%、1.52%、0.99%、0.84%、1.38%、1.02%、1.22%、2.17%、0.97%, 表明该仪器精密度良好。

2.3.6 稳定性考察 取 S1 基准样品, 按照“2.2.2”项下方法制备供试品溶液 1 份, 按照“2.2.1”项下色谱条件, 分别在制备后 0、2、4、8、12、24 h 进样测定, 结果显示绿原酸、秦皮乙素、菊苣酸、新绿原酸、隐绿原酸、异绿原酸 A、异绿原酸 B、异绿原酸 C、格列风内酯、蒙花苷峰面积的 RSD 分别为 1.51%、0.56%、2.84%、0.83%、0.60%、2.80%、0.86%、0.90%、1.64%、1.11%, 表明供试品溶液在 24 h 内基本稳定。

2.3.7 重复性考察 取 S1 基准样品 6 份, 按照“2.2.2”项下方法制备供试品溶液 6 份, 按照“2.2.1”项下色谱条件进样测定, 结果显示, 绿原酸、秦皮乙素、菊苣酸、新绿原酸、隐绿原酸、异绿原酸 A、异绿原酸 B、异绿原酸 C、格列风内酯、蒙花苷质

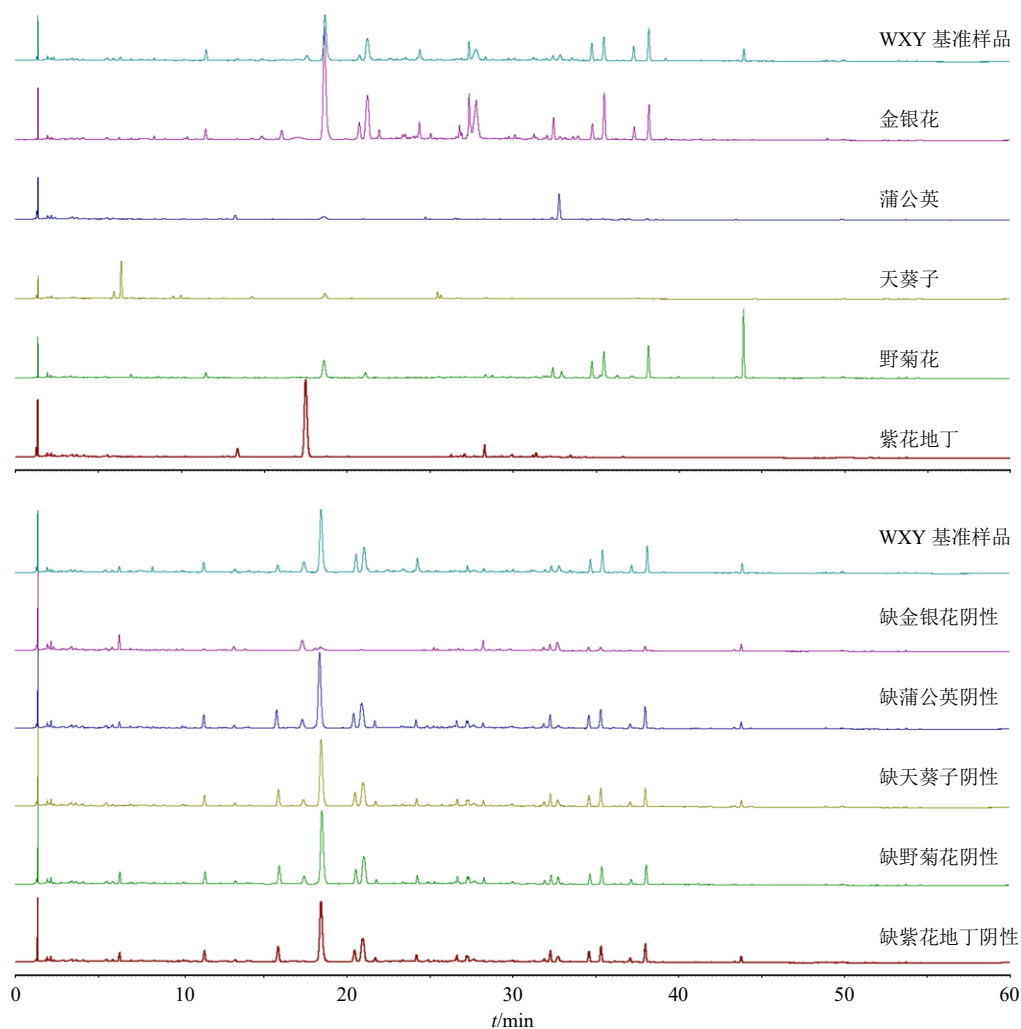


图3 单味中药样品、阴性样品与WXY基准样品对照图谱对比结果

Fig. 3 Comparison of chromatographic profiles between individual herb samples, negative control sample and WXY benchmark preparation

量分数的RSD分别为3.41%、1.96%、0.79%、1.79%、1.96%、3.39%、1.92%、2.42%、1.58%、1.48%，表明该分析方法重复性良好。

**2.3.8 加样回收率考察** 精密称取6份已测知指标成分含量的基准样品(S1) 0.25 g，分别按样品中各指标成分含量的100%水平加入各对照品，按照“2.2.2”项下方法制备供试品溶液，按照“2.2.1”项下色谱条件进样测定，分别计算加样回收率，结果绿原酸、秦皮乙素、菊苣酸、新绿原酸、隐绿原酸、异绿原酸A、异绿原酸B、异绿原酸C、格列风内酯、蒙花苷的平均加样回收率分别为90.2%、95.80%、102.24%、88.90%、86.19%、113.57%、96.92%、95.90%、90.52%、100.95%，RSD分别为1.52%、2.56%、1.57%、3.74%、2.82%、2.01%、2.58%、2.63%、2.74%、2.35%，均符合《中国药典》2025年

版相关规定，表明该方法准确度良好。

**2.3.9 WXY 出膏率及指标性成分转移率测定** 计算15批WXY基准样品的出膏率和各指标性成分转移率。出膏率测定结果见表2，15批WXY基准样品的出膏率为43.27%~54.33%，RSD为7.99%，表明不同批次基准样品的出膏率较稳定。指标性成分异绿原酸C、隐绿原酸、异绿原酸A、异绿原酸B、新绿原酸、蒙花苷、格列风内酯、绿原酸、秦皮乙素、菊苣酸转移率见表2。基准样品中指标性成分绿原酸的含量最高，转移率为34.35%~42.72%，RSD为7.11%；秦皮乙素转移率为51.52%~58.80%，RSD为4.10%；蒙花苷转移率为28.55%~32.63%，RSD为5.37%；新绿原酸转移率为56.26%~65.59%，RSD为4.39%；菊苣酸转移率为28.21%~32.04%，RSD为5.57%；格列风内酯转移

表2 WXY 基准样品的出膏率及 10 种指标性成分转移率

Table 2 Extraction yield of benchmark preparation and transfer rates of ten indicator components of WXY

样品	新绿原酸/mg				转移率/%	绿原酸/mg				转移率/%	隐绿原酸/mg				转移率/%
	基准物质	金银花	野菊花	蒲公英		基准物质	金银花	野菊花	蒲公英		基准物质	金银花	野菊花	蒲公英	
S1	38.20	42.67	14.94	5.09	60.93	253.48	611.03	74.62	17.73	36.04	216.12	216.12	16.27	2.62	53.89
S2	28.97	34.93	10.18	4.30	58.63	265.14	548.27	47.11	25.30	42.72	250.52	250.52	9.87	2.96	50.49
S3	38.90	45.58	11.48	4.79	62.90	230.91	540.49	47.46	28.34	37.47	261.93	261.93	11.85	2.42	47.56
S4	35.37	36.80	14.32	5.58	62.36	227.40	544.76	72.51	12.77	36.09	211.16	211.16	15.20	2.48	50.70
S5	40.14	49.07	12.37	5.62	59.86	290.70	670.41	59.13	33.96	38.07	252.55	252.55	12.40	2.39	51.69
S6	41.94	49.59	12.51	6.61	61.04	280.75	668.67	72.02	20.75	36.87	293.70	293.70	12.98	3.03	55.62
S7	28.67	29.38	15.41	4.46	58.20	205.20	505.61	46.74	12.61	36.32	209.69	209.69	16.40	2.62	41.42
S8	27.05	30.82	10.49	4.54	59.00	260.21	539.85	52.70	20.45	42.45	228.77	228.77	10.36	2.32	47.74
S9	36.29	44.05	10.91	4.81	60.71	220.86	493.50	48.81	26.76	38.81	200.76	200.76	11.54	2.15	53.47
S10	36.40	45.00	12.12	4.48	59.10	249.29	624.03	70.35	13.69	35.21	262.18	262.18	12.26	2.61	50.33
S11	39.07	45.88	11.32	4.39	63.44	263.97	627.54	56.17	28.44	37.07	274.07	274.07	11.50	2.81	45.06
S12	25.95	20.91	19.23	5.98	56.26	230.45	567.76	87.75	15.35	34.35	222.66	222.66	21.59	2.88	40.63
S13	33.77	31.17	14.13	6.18	65.59	269.23	672.75	58.00	12.32	36.23	233.41	233.41	14.87	2.41	48.50
S14	30.53	38.39	10.73	4.35	57.10	228.87	504.49	48.08	13.88	40.40	199.77	199.77	11.26	2.65	50.04
S15	31.65	31.89	18.87	4.79	56.98	253.54	498.49	89.13	14.67	42.10	189.84	189.84	20.99	3.03	46.84
RSD/%					4.39					7.11					8.71

样品	异绿原酸 B/mg				转移率/%	异绿原酸 A/mg				转移率/%	异绿原酸 C/mg				转移率/%
	基准物质	金银花	野菊花	蒲公英		基准物质	金银花	野菊花	蒲公英		基准物质	金银花	野菊花	蒲公英	
S1	52.56	73.16	45.25	10.37	40.82	51.15	140.73	80.50	7.62	22.35	61.87	90.07	69.14	7.97	37.01
S2	42.16	73.78	26.37	9.68	38.39	54.50	106.80	59.87	7.48	31.29	61.53	130.71	42.32	7.83	34.02
S3	47.45	66.59	34.27	8.67	43.32	42.09	103.23	48.83	8.85	26.16	54.24	96.66	50.54	9.42	34.63
S4	46.48	61.80	42.55	8.22	41.29	44.48	98.57	73.91	7.82	24.67	57.31	101.03	52.29	7.87	35.55
S5	60.09	108.86	31.34	7.69	40.63	56.86	170.75	56.90	7.36	24.19	77.85	150.97	59.72	7.89	35.62
S6	75.67	128.41	40.42	8.76	42.61	76.27	204.18	75.08	8.10	26.54	102.97	202.61	62.01	9.60	37.55
S7	40.10	53.32	39.84	8.20	39.56	39.24	88.26	59.50	7.43	25.29	48.08	65.78	53.06	8.97	37.62
S8	40.40	61.90	28.21	7.42	41.42	51.72	130.04	61.25	6.77	26.12	61.69	97.34	49.74	7.81	39.82
S9	44.48	61.85	33.61	7.75	43.10	39.42	95.24	46.65	8.51	26.21	53.11	92.70	53.96	9.95	33.91
S10	67.56	99.90	38.06	8.22	46.22	67.04	161.90	68.87	7.46	28.14	94.43	177.71	63.16	9.36	37.74
S11	55.96	103.95	28.61	7.76	39.88	53.28	169.69	50.22	7.10	23.47	70.54	117.64	47.30	7.88	40.82
S12	33.44	43.44	34.34	8.80	38.62	40.05	83.46	80.16	7.53	23.40	45.18	60.49	58.73	9.82	35.01
S13	37.47	43.07	44.33	8.30	39.15	40.85	100.87	58.60	6.92	24.55	49.30	78.47	58.25	8.04	34.05
S14	42.37	63.18	32.91	8.36	40.57	41.17	98.18	45.84	7.41	27.19	54.52	95.06	53.16	9.21	34.63
S15	35.43	37.70	42.56	8.92	39.73	38.14	72.28	75.74	7.45	24.53	47.37	14.05	94.64	9.60	40.05
RSD/%					5.09					8.63					6.38

表 2 (续)

样品	菊苣酸/mg			转移率/%	格列风内酯/mg		转移率/%	秦皮乙素/mg		转移率/%	蒙花苷/mg		转移率/%	出膏率/%
	基准物质	蒲公英	紫花地丁		基准物质	天葵子		基准物质	紫花地丁		基准物质	野菊花		
S1	19.68	60.39	5.76	29.75	12.80	63.48	20.16	54.57	95.71	57.01	62.43	200.90	31.07	48.74
S2	24.67	70.80	6.22	32.04	9.50	47.45	20.01	54.88	95.10	57.70	41.64	135.07	30.83	44.10
S3	18.68	57.19	6.89	29.16	16.27	77.62	20.96	41.40	80.36	51.52	47.20	149.86	31.50	50.73
S4	19.92	60.13	5.84	30.20	11.14	53.43	20.84	39.56	71.95	54.98	51.20	178.78	28.64	44.43
S5	19.20	61.19	5.86	28.64	12.56	60.41	20.79	33.26	60.73	54.77	60.70	205.73	29.51	48.96
S6	28.48	85.11	6.52	31.08	9.84	52.79	18.64	41.11	70.28	58.50	71.37	258.50	27.61	53.43
S7	17.49	48.85	6.99	31.33	8.78	45.69	19.22	32.76	59.10	55.43	61.74	197.96	31.19	43.27
S8	26.09	86.10	6.36	28.21	8.88	45.03	19.71	53.22	90.51	58.80	40.04	138.26	28.96	52.73
S9	20.47	65.58	6.12	28.55	14.03	68.22	20.57	39.18	71.63	54.69	43.12	151.01	28.55	45.93
S10	27.26	90.59	5.76	28.29	8.86	46.74	18.96	38.14	69.67	54.74	61.97	207.19	29.91	53.79
S11	19.67	60.53	6.38	29.40	11.19	58.00	19.29	32.36	60.06	53.88	57.80	177.13	32.63	50.64
S12	20.69	65.97	5.06	29.13	13.15	64.45	20.41	35.95	69.26	51.90	62.77	193.38	32.46	54.33
S13	24.39	73.27	5.33	31.04	11.17	58.51	19.09	42.73	81.24	52.59	50.88	171.52	29.66	44.60
S14	20.53	73.99	6.50	25.51	8.32	40.00	20.80	37.35	70.29	53.14	67.31	207.05	32.51	50.66
S15	24.08	72.61	5.48	30.83	10.52	50.27	20.93	39.83	70.00	56.89	47.43	165.63	28.63	45.34
RSD/%				5.57			4.05			4.10			5.37	7.99

率为 18.64%~20.96%，RSD 为 4.05%；异绿原酸 A 转移率为 22.35%~31.29%，RSD 为 8.63%；异绿原酸 B 转移率为 38.39%~46.22%，RSD 为 5.09%；异绿原酸 C 转移率为 34.02%~40.82%，RSD 为 6.38%，隐绿原酸转移率为 40.63%~53.89%，RSD 为 8.71%；10 个指标性成分的转移率在各自均值的 70%~130%，无离散数据。

出膏率 = 干膏粉的质量 / 饮片初始质量

转移率 = 基准样品指标成分总量 / 处方饮片中指标成分总量

## 2.4 总量统计矩计算

总量统计矩法是基于统计矩理论构建的一种中药复杂体系整体性质量评价方法<sup>[9]</sup>。该方法将整张色谱或光谱指纹图谱抽象为全部特征峰响应曲线的线性叠加系统，以“总量矩”取代传统单峰积分，从而提取出 4 个具有物理-化学意义的统一参数：总量零阶矩 (area under curve of total quantum,  $AUC_T$ )、总响应率 (area under curve of total quantum per weight,  $AUCPW_T$ )、总量一阶矩 (mean chromatographic retention time of total quantum,  $MCRT_T$ ) 与总量二阶矩 (variance of chromatographic retention time of total quantum,  $VCRT_T$ )。其中， $AUC_T$  与总质量呈线性相关，可直接用于中药复方“成分组”的整体定量及剂量折算； $AUCPW_T$ 、 $MCRT_T$  与  $VCRT_T$  则分别表征体系的整体响应强度、平均保留

时间及离散程度，构成指纹图谱的“三维定性坐标”，可用于批次一致性评价、稳定性考察与伪品判别<sup>[10]</sup>。总量统计矩法将“系统整合”的思路引入中药质量评价，是对传统“单峰解析”方法的有益补充与发展，共同构建了更为全面的质量评价视角。

在超分子“印迹模板”理论框架下，总量统计矩法兼具统计、加合与段带解析特性，其核心参数被赋予明确的物理化学内涵： $AUC_T$  对应体系中“印迹模板”的总体数量特征， $AUCPW_T$  量度模板作用的平均强度， $VCRT_T$  则表征模板作用在空间/时间维度上的离散程度。通过将一阶矩与二阶矩参数嵌入正态分布概率密度函数，构成相似度指数，其表征“印迹模板”的作用相似程度，该指数能够客观评价不同样品间“印迹模板”整体行为的相似性，从而实现指纹图谱中各成分印迹特征的系统解析与模板行为可视化<sup>[11]</sup>。基于统计矩的加合性特点<sup>[12]</sup>，总量统计矩法支持将指纹图谱按出峰时间或极性特征进行段带划分，通过计算各段带的总量统计矩参数，实现对特定时间段内成分群组信息的局部表征。此外，该方法还具有偶联分析、抗干扰性强等优势。其中，加合性特别适用于药材到基准样品（或复方制剂）的指纹图谱溯源分析，有助于揭示其质量属性的传递规律<sup>[13]</sup>。

中药及其复方指纹图谱由多个色谱峰构成，每个峰对应于某一成分，其强度受该成分的组成比

例、检测条件下的响应系数以及色谱柱分离效能共同影响,是特定色谱条件下成分信息的综合反映。信息熵可作为衡量指纹图谱信息总量的指标,通过将每个色谱峰视为一个信息单元,计算其信息熵

值,可有效评估图谱所承载化学成分信息的变化程度,进而为中药质量的均一性、稳定性及溯源控制提供依据。15批 WXY 及单味药材指纹图谱的总量统计矩参数、信息熵和信息量等结果,结果见表 3。

表 3 15 批 WXY 及单味药材指纹图谱的总量统计矩参数、信息熵和信息量 ( $\bar{x} \pm s, n = 15$ )

Table 3 Total statistical moment parameters, information entropy and information content of UPLC fingerprint of 15 batches of WXY and medicinal materials ( $\bar{x} \pm s, n = 15$ )

来源	峰数/个	AUC <sub>T</sub> (×10 <sup>6</sup> )	MCRT <sub>T</sub> /min	RSD/%	VCRT <sub>T</sub> /min <sup>2</sup>	信息熵	RSD/%	信息量(×10 <sup>7</sup> )
金银花	131±10	13.14±3.20	23.74±1.28	5.38	87.95±3.42	4.67±0.22	4.75	6.17±1.71
蒲公英	83±9	1.75±0.27	21.13±1.60	7.57	212.23±14.62	4.83±0.22	4.62	0.85±0.16
野菊花	123±7	4.21±0.59	29.58±1.09	3.69	212.22±21.24	5.11±0.17	3.37	0.22±0.03
天葵子	50±5	1.52±0.33	12.25±0.66	5.41	126.05±17.14	4.00±0.28	7.05	0.60±0.12
紫花地丁	94±8	3.20±0.53	17.65±1.33	7.55	116.95±25.22	4.10±0.30	7.44	1.31±0.21
WXY	136±8	7.14±1.22	23.52±0.92	3.90	115.07±6.04	5.17±0.12	2.25	3.69±0.67

### 3 讨论

#### 3.1 指标性成分选择

该方以金银花为君,重在清热解毒、消散疮痍肿痛;配伍蒲公英、紫花地丁、紫背天葵子及野菊花为臣,四药性味相近,皆具清热解毒、凉血散结、消肿止痛之功,常用于疮痍肿毒的治疗,可协同君药以增强主治方向;佐以黄酒以行血脉、助药势,使诸药效力得以更快直达病所;药性集中,协同作用显著,最终发挥清热解毒、消散疗疮的综合功效。

WXY 的质量控制以 HPLC 法为主要手段,重点测定处方中黄酮类、酚酸类、香豆素类及内酯等活性成分,以反映其整体质量水平<sup>[14]</sup>。金银花中含有黄酮类、有机酸类、挥发油类、环烯醚萜类及三萜皂苷类,具备抗炎、抗氧化、抗病毒及代谢调节等多重作用<sup>[15]</sup>,绿原酸系列化合物作为金银花、野菊花与蒲公英的共有成分,能够发挥抗菌、抗血栓等作用<sup>[16]</sup>。蒙花苷是野菊花的特征性黄酮醇糖苷,具有抗炎、抗氧化及抗凋亡活性<sup>[17]</sup>。菊苣酸为蒲公英与紫花地丁共有的咖啡酸类衍生物,具有抗炎、抗病毒、调节免疫及抗衰老等广泛药理作用<sup>[18]</sup>。秦皮乙素为紫花地丁特征性成分,是结构简单的香豆素类化合物,除抗炎、抗氧化、抗肿瘤作用外,还可通过调节血脂水平对动脉粥样硬化产生抑制作用<sup>[19]</sup>。天葵子中含量较高的格列风内酯则表现出良好的抗炎活性<sup>[20]</sup>。参照《中国药典》2025 年版对各单味药的质量控制要求,并结合 WXY 处方药味的药理特征,本研究选取绿原酸、新绿原酸、隐绿原酸、异绿原酸 A、异绿原酸 B、异绿原酸 C、秦皮乙素、菊苣酸、格列风内酯及蒙花苷作为定量指标。

基于上述指标,建立指纹图谱与多指标成分分析方法,从整体性与特异性 2 个层面对制剂进行质量评价,并进一步探讨关键成分在药材-基准样品间的量值传递规律,为阐明 WXY 的物质基础及构建科学的质量控制体系提供依据。

#### 3.2 指纹图谱结果分析

本研究参照《中国药典》2025 年版相关方法,确定了 WXY UPLC 指纹图谱的检测条件。在波长选择方面,比较了 235、240 nm 的检测效果,发现 240 nm 下色谱峰信息更丰富、干扰较少,分离效果更佳,故确定为检测波长。在色谱条件的选择中,对比了不同流动相(甲醇-0.1%甲酸水溶液、乙腈-0.1%甲酸水溶液)、体积流量(0.2、0.3 mL/min)和进样量(1、2 μL),最终确定以乙腈-0.1%磷酸水溶液为流动相,体积流量 0.3 mL/min,进样量 1 μL 为色谱条件。在样品前处理中,比较了 50%、70%、100% 甲醇的提取效果,结果显示纯甲醇对冻干粉溶解效果最佳,因此选用纯甲醇作为提取溶剂,方法学考察表明所建立的指纹图谱方法准确、可靠。

指纹图谱量值传递研究表明,大部分特征色谱峰均可在药材、水煎液及基准样品之间实现完整传递,反映了处方成分在制备过程中的继承性和稳定性。从峰数及峰强度分析结果来看,金银花、野菊花及蒲公英对整体指纹图谱贡献最大,其主要成分为有机酸类和黄酮类。该类化合物不仅水溶性良好,能够充分溶出于煎液中,同时在紫外区具有较强吸收,且在 C<sub>18</sub> 色谱柱分离过程中表现出良好的保留特性,因此成为复方指纹图谱中最主要的物质基础。本研究通过对比 WXY 基准样品、各单味药

材及缺味阴性样品的指纹图谱,揭示了复方中主要色谱峰的来源。绿原酸、新绿原酸等系列有机酸类成分主要来源于金银花,并在蒲公英和野菊花中亦有贡献;蒙花苷作为野菊花的特征性黄酮苷,其色谱峰在缺野菊花的阴性样品中完全消失,证实其作为野菊花质控指标的专属性;同样,秦皮乙素在缺紫花地丁的阴性图谱中缺失,明确其作为紫花地丁特征成分。

### 3.3 超分子“印迹模板”分析

本研究遵循古法加入黄酒煎煮过程发现,与已有文献报道相比,多数指标成分的转移率未显著提高,但出膏率大幅提升<sup>[21]</sup>。这一看似矛盾的现象,恰好可由超分子“印迹模板”理论予以阐释:黄酒的加入可能并未显著改变小分子化合物的溶出,而是作为“客体”与药渣(“主体”)发生超分子作用,改变了整个煎煮体系的物理化学环境,从而促进了多糖、肽类等难以被常规色谱检测的大分子物质的溶出。这些大分子物质本身可能具药效,或作为“印迹模板”的组成部分,通过自组装影响小分子成分的组织形态与生物利用度,这也可能是黄酒“行血脉、助药势”传统功效的现代科学内涵之一。

由表2可知,10个指标成分在“药材-基准样品”制备过程中的含量与转移行为呈现系统性差异:新绿原酸等有机酸类成分传递稳定,转移率较高,说明其分子结构在复方煎煮环境中形成了较为稳定的“印迹模板”;而格列风内酯等部分成分转移率偏低,则可能由于其形成的“印迹模板”稳定性较差导致,或在煎煮过程中受到黄酒引入组分、多糖等共存物质的竞争性影响。

UPLC 指纹图谱分析显示,15批基准样品的  $MCRT_T$  与信息熵均值分别为 23.52 和 5.17,两者 RSD 均低于 10%,且所有批次数据均处于均值 70%~130%,表明样品整体质量一致性与工艺稳定性良好。结合表3中不同药味间总量统计矩参数的比较可见,当药味间参数  $RSD < 10\%$  时,提示其“印迹模板”相似,印迹趋势稳定,药理活性可能相近,可作为临床配伍依据;若  $RSD \geq 10\%$ ,则反映药味间“印迹模板”差异显著,可用于药材基原与质控鉴别。从整体稳定性来看,WXY 药材的  $MCRT_T$  与信息熵 RSD 分别为 3.90%与 2.25%,进一步说明所选用 15 批药材在超分子整体属性上具备良好一致性,为基准样品的可控性奠定物质基础。

本研究以经典名方基准样品为核心,旨在建立

制剂开发中的质量评价基准,基准样品的关键质量特征不仅是制剂研发的重要参考,其稳定性更依赖于对方所用药材的基原、药用部位、产地、生长年限、采收期及炮制方法等因素的系统研究与严格控制。在此基础上,本研究采用指纹图谱、10个指标成分含量、总量统计矩、信息熵、信息量及出膏率和转移率等多维度检测手段,阐明了处方指标成分在药材-基准样品间的量值传递规律。

**利益冲突** 所有作者均声明不存在利益冲突

### 参考文献

- [1] 国家中医药管理局,国家药品监督管理局.关于印发《古代经典名方目录(第一批)》的通知 [EB/OL].(2018-04-16) [2025-09-15]. <http://www.natcm.gov.cn/kejisi/zhengcewenjian/2018-04-16/7107.html>.
- [2] 清·吴谦,医宗金鉴-下册 [M].第2版.北京:人民卫生出版社,1982:1255.
- [3] 李娜,南楠,谢耀慧,等.经典名方五味消毒饮化学成分、药理作用、临床应用研究进展及质量标志物(Q-Marker)预测分析 [J/OL].中华中医药学刊,(2025-07-24) [2025-09-15]. <https://link.cnki.net/urlid/21.1546.R.20250701.1406.041>.
- [4] 周晋,刘惠,肖美凤,等.基于超分子“印迹模板”的中药成药性及制剂修饰研究策略 [J].中草药,2018,49(18):4205-4211.
- [5] 潘雪,樊启猛,余格,等.基于超分子“印迹模板”特性的中药质量标志物研究模式的思考 [J].中草药,2019,50(19):4569-4575.
- [6] 李文姣,肖美凤,李海英,等.中药超分子“印迹模板”作用对成分簇动态性与稳态性变化规律的理论研究 [J].中草药,2023,54(8):2659-2667.
- [7] 国家药品监督管理局.国家药品监督管理局关于发布《古代经典名方中药复方制剂简化注册审批管理规定》的公告(2018年第27号) [EB/OL].(2018-04-16) [2025-09-15]. <https://www.nmpa.gov.cn/xxgk/ggtg/ypggtg/ypqgtgtg/20180601163901361>.
- [8] 黄蓓.《古代经典名方中药复方制剂简化注册审批管理规定》出台 [J].中医药管理杂志,2018,26(11):206.
- [9] 贺福元,邓凯文,刘文龙,等.中药复方多成分体系群体药物动力学:总量统计矩数学模型及参数计算研究 [J].中国中药杂志,2011,36(20):2866-2870.
- [10] 贺福元,邓凯文,黄胜,等.总量统计矩标准相似度数学模型的建立及应用研究 [J].药学学报,2013,48(9):1453-1458.
- [11] 贺福元,邓凯文,刘文龙,等.中药复方药物动力学总量统计矩法的实验验证研究 [J].中国中药杂志,2013,38(2):253-262.

- [12] 段晓鹏, 贺福元, 周晋, 等. 补阳还五汤指纹图谱总量统计矩加合性的研究 [J]. 中国中药杂志, 2011, 36(23): 3247-3252.
- [13] 钱学兵, 张良琦, 肖音, 等. 基于分子连接性指数和匹配频数总量统计矩法的辛味药“印迹模板”特征分析 [J]. 中国实验方剂学杂志, 2023, 29(9): 218-224.
- [14] 董萍萍, 张加余, 王红, 等. UHPLC-Q-Exactive Orbitrap MS 分析五味消毒饮中化学成分 [J]. 中成药, 2022, 44(11): 3531-3540.
- [15] 刘晓龙, 李春燕, 薛金涛. 金银花主要活性成分及药理作用研究进展 [J]. 新乡医学院学报, 2021, 38(10): 992-995.
- [16] 广妍鹭. 浅析金银花的药理作用与临床应用 [J]. 中国医药指南, 2018, 16(35): 164-165.
- [17] Qi W H, Chen Y L, Sun S B, *et al.* Inhibiting TLR4 signaling by linarin for preventing inflammatory response in osteoarthritis [J]. *Aging*, 2021, 13(4): 5369-5382.
- [18] 毛明慧, 万鹏鹤, 吕宁, 等. 菊苣酸提取分离纯化工艺及其药理作用研究进展 [J/OL]. 中华中医药学刊, (2025-08-15) [2026-02-21]. <https://link.cnki.net/urlid/21.1546.r.20250814.1619.006>.
- [19] Wang Q H, Qin S W, Jiang J G. Improvement effects of esuletin on the formation and development of atherosclerosis [J]. *Biomed Pharmacother*, 2022, 150: 113001.
- [20] 牛锋. 天葵子的化学成分及质量标准研究 [D]. 沈阳: 沈阳药科大学, 2006.
- [21] 张丽先, 李晓, 李飞飞, 等. 经典名方五味消毒饮 UPLC 指纹图谱及关键质量属性量值传递规律研究 [J]. 中国新药杂志, 2024, 33(12): 1281-1288.

[责任编辑 郑礼胜]