

- capitatum*[J]. *Plant Genome*, 2025, 18(1): e20543.
- [23] 梅南菊, 赖长江生, 刘锦芮, 等. 中药原料保质期研究进展[J]. *中草药*, 2022, 53(20): 6611-6625.
- [24] 刘锦芮, 赖长江生, 梁 嫌, 等. 中药采收期的机理与控制方法的研究进展[J]. *中药材*, 2022, 45(8): 2019-2025.
- [25] 关欢欢, 白 雷, 袁冬平, 等. 中药制造全过程的品质传递控制与一致性评价研究进展[J]. *中草药*, 2024, 55(5): 1728-1737.
- [26] 江丽慧, 禹海燕, 于蓓蓓, 等. 六味地黄丸(浓缩丸)现代制剂辅料的优化[J]. *中成药*, 2021, 43(5): 1128-1135.

## 基于 HPLC 指纹图谱、化学模式识别和含量测定评价黄花倒水莲质量

袁健童<sup>1</sup>, 梁祖兴<sup>2</sup>, 胡仁传<sup>1</sup>, 柴 玲<sup>1</sup>, 黄勇波<sup>2</sup>, 谢晓婷<sup>2</sup>, 谷立勋<sup>3</sup>, 冯 军<sup>1\*</sup>, 赖克道<sup>1\*</sup>

(1. 广西壮族自治区中医药研究院, 广西中药质量标准研究重点实验室, 广西南宁 530012; 2. 金秀瑶族自治县大健康产业发展中心, 广西金秀 545700; 3. 广西药品检验研究院, 国家药品监督管理局中药材质量监测与评价重点实验室, 广西南宁 530021)

**摘要:** 目的 评价黄花倒水莲质量。方法 建立 HPLC 指纹图谱, 分析采用 Waters CORTECS T3 C<sub>18</sub> 色谱柱 (2.1 mm×150 mm, 1.6 μm); 流动相乙腈-0.1% 甲酸, 梯度洗脱; 体积流量 0.3 mL/min; 柱温 35 °C; 检测波长 256 nm。再进行聚类分析、主成分分析、正交偏最小二乘法-判别分析, 并以 4-β-*O*-葡萄糖基-1, 3, 7-三羟基咕吨酮为内标, 计算 7-*O*-甲基枳椇苷、远志卟酮 III 相对校正因子, 一测多评法测定其含量。**结果** 29 批药材指纹图谱中有 5 个共有峰, 相似度 (除 S2 外) 均大于 0.80。各批药材聚为 2 类, 7-*O*-甲基枳椇苷为质量差异标志物。3 种成分在各自范围内线性关系良好 ( $R^2 \geq 0.999 0$ ), 平均加样回收率 95.34%~104.64%, RSD 1.31%~2.30%。**结论** 该方法准确可靠, 可为黄花倒水莲质量控制提供依据。

**关键词:** 黄花倒水莲; 质量评价; HPLC 指纹图谱; 聚类分析; 主成分分析; 正交偏最小二乘法-判别分析; 含量测定; 一测多评

中图分类号: R282

文献标志码: A

文章编号: 1001-1528(2026)04-1086-07

doi:10.3969/j.issn.1001-1528.2026.04.003

## Quality evaluation of *Polygala fallax* based on HPLC fingerprints, chemical pattern recognition and content determination

YUAN Jian-tong<sup>1</sup>, LIANG Zu-xing<sup>2</sup>, HU Ren-chuan<sup>1</sup>, CHAI Ling<sup>1</sup>, HUANG Yong-bo<sup>2</sup>, XIE Xiao-ting<sup>2</sup>, GU Li-qing<sup>3</sup>, FENG Jun<sup>1\*</sup>, LAI Ke-dao<sup>1\*</sup>

(1. Guangxi Key Laboratory for Research on Quality Standards for Traditional Chinese Medicines, Guangxi Zhuang Autonomous Regional Institute of Chinese Medicine and Pharmaceutical Science, Nanning 530012, China; 2. Jinxiu Yao Autonomous County Big Health Industry Development Center, Jinxiu 545700, China; 3. National Medical Products Administration Key Laboratory for Quality Monitoring and Evaluation of Chinese Medicinal Materials, Guangxi Institute for Drug Control, Nanning 530021, China)

收稿日期: 2025-10-10

基金项目: 广西自然科学基金 (2023GXNSFAA026089); 广西壮族自治区中医药管理局项目 (GXZYA20250013); 金秀瑶族自治县大健康产业发展中心项目 (KJCYB-HX [2024] 068)

作者简介: 袁健童 (1988—), 男, 硕士, 助理研究员, 从事中药质量标准研究。E-mail: 172525854@qq.com

\* 通信作者: 冯 军 (1985—), 男, 硕士, 副主任药师, 从事中药成分分析研究。E-mail: 282230217@qq.com

赖克道 (1978—), 男, 研究员, 从事中药、民族药研究。E-mail: laikedao@163.com

**ABSTRACT: AIM** To evaluate the quality of *Polygala fallax* Hemsl. **METHODS** The HPLC fingerprints were established, the analysis was performed on a 35 °C thermostatic Waters CORTECS T3 C<sub>18</sub> column (2.1 mm×150 mm, 1.6 μm), with the mobile phase comprising of acetonitrile-0.1% formic acid flowing at 0.3 mL/min in a gradient elution manner, and the detection wavelength was set at 256 nm. Subsequently, cluster analysis, principal component analysis and orthogonal partial least squares discriminant analysis were performed, after which lincerin was used as an internal standard to calculate the relative correction factors of 7-*O*-methylmangiferin and polygalaxanthone III, and the content determination was made by quantitative analysis of multi-components by single-marker (QAMS) method. **RESULTS** There were 5 common peaks in the fingerprints for 29 batches of medicinal materials with the similarities of more than 0.80 (except for S2). Various batches of medicinal materials were clustered into two categories, 7-*O*-methylmangiferin was quality differential marker. Three constituents showed good linear relationships within their own ranges ( $R^2 \geq 0.999 0$ ), whose average recoveries were 95.34% - 104.64% with the RSDs of 1.31% - 2.30%. **CONCLUSION** This accurate and reliable method can provide evidence for the quality control of *P. fallax*.

**KEY WORDS:** *Polygala fallax* Hemsl; quality evaluation; HPLC fingerprints; cluster analysis; principal component analysis; orthogonal partial least squares discriminant analysis; content determination; quantitative analysis of multi-components by single-marker (QAMS)

黄花倒水莲为远志科植物黄花倒水莲 *Polygala fallax* Hemsl. 的干燥根, 最早记载于《常用中草药手册》<sup>[1]</sup>, 主治病后体虚、跌打损伤, 在华南地区壮、瑶、苗、侗等少数民族的医药体系中应用广泛<sup>[2-6]</sup>, 瑶族常用于产后虚弱、肝炎、子宫脱垂的治疗, 壮族主要用于补气、壮筋骨, 侗族大多用于跌打损伤康复<sup>[7]</sup>, 而民间常以其煮水或煲汤, 作为养生保健之用<sup>[8]</sup>。前期调研发现, 市售黄花倒水莲大小、粗细、形状、颜色差异很大, 其所含成分的种类和含量也有明显差异。目前, 该药材收载于广东、广西、湖南等地相关标准<sup>[9-13]</sup>, 但仅有性状、显微、TLC 鉴别等项目, 缺乏专属性强的指标成分及含量测定方法, 无法对其进行品质分类和质量评价, 不仅限制了其深度开发和临床应用, 还制约了地道药材产业的规范化发展<sup>[14]</sup>。因此, 本实验通过 HPLC 指纹图谱、化学模式识别和含量测定<sup>[15-16]</sup>对黄花倒水莲进行质量评价, 以期筛选优质种质资源, 规范该药材种植、采收、加工提供科学依据。

## 1 材料

1.1 仪器 Waters H-CLASS 超高效液相色谱仪、Waters CORTECS T3 C<sub>18</sub> 色谱柱 (2.1 mm×150 mm, 1.6 μm) (美国 Waters 公司); 电子天平 (十万分之一, 德国赛多利斯公司); KQ-500MDE 超声波清洗器 (昆山市超声仪器有限公司); HH-S6 恒温水浴锅 (江苏金怡仪器科技有限公司); Milli-Q 超纯水机 (美国 Millipore 公司); Agilent ZORBAX

Plus C<sub>18</sub> 色谱柱 (2.1 mm×100 mm, 1.8 μm, 美国 Agilent 公司); Shim-pack GIST C<sub>18</sub> 色谱柱 (2.1 mm×50 mm, 1.9 μm, 日本岛津公司); Thermo Hypersil GOLD C<sub>18</sub> 色谱柱 (2.1 mm×100 mm, 1.9 μm, 美国赛默飞世尔科技公司)。

1.2 试剂与药材 4-β-*O*-葡萄糖基-1, 3, 7-三羟基咕吨酮对照品 (上海源叶生物科技有限公司, 批号 JB241853, 纯度 98.0%); 7-*O*-甲基枳椇苷对照品 (成都普思生物科技股份有限公司, 批号 L19A0885, 纯度 98.0%); 远志吡啶酮 III (批号 111850-202207, 纯度 95.8%)、3, 6'-二芥子酰基蔗糖 (批号 111850-202307, 纯度 96.7%) 对照品 (中国食品药品检定研究院)。远志对照药材 (中国食品药品检定研究院, 批号 120989-201908)。黄花倒水莲共 16 批, 采自广西, 另外采集福建产 3 批、广东产 5 批、江西产 3 批、云南产 2 批药材进行比较, 经广西中医药研究院胡仁传副研究员和广西药品检验研究院谷立勃副主任药师鉴定为正品, 具体见表 1。乙腈、甲酸均为色谱纯 (美国赛默飞世尔科技公司); 甲醇为分析纯 (广东光华科技股份有限公司); 水为超纯水。

## 2 方法与结果

2.1 色谱条件 Waters CORTECS T3 C<sub>18</sub> 色谱柱 (2.1 mm×150 mm, 1.6 μm); 流动相乙腈 (A) - 0.1% 甲酸 (B), 梯度洗脱 (0~5 min, 5% A; 5~30 min, 5% ~ 15% A; 30~42 min, 15% ~ 21% A; 42~45 min, 21% ~ 90% A; 45~46 min, 90% ~ 5% A;

表1 黄花倒水莲信息  
Tab. 1 Information of *P. fallax*

编号	产地	采集日期	编号	产地	采集日期
S1	广西来宾市金秀县忠良乡永和村	2024年12月	S16	广西柳州市融水县怀宝镇荣塘村	2025年3月
S2	广西来宾市金秀县六巷乡大岭村	2024年12月	S17	江西瑞金市泽覃乡泽覃村	2025年3月
S3	广西来宾市金秀县六巷乡六巷村	2024年12月	S18	广西桂林市荔浦县新坪镇猪头山	2025年3月
S4	广西来宾市金秀县忠良乡二七屯	2024年12月	S19	广西桂林市临桂区黄沙乡下瓦江屯	2025年3月
S5	广西桂平市紫荆镇田心村	2024年12月	S20	广西桂林市龙胜自治县	2025年4月
S6	广西桂林市恭城县三江乡黄坪村	2024年12月	S21	广西来宾市金秀县共和村	2025年4月
S7	广西贺州市昭平县仙回乡马道坪	2024年12月	S22	广西来宾市金秀县忠良乡十八屯	2025年4月
S8	广西贺州市昭平县仙回乡茶山村	2024年12月	S23	广东省韶关市翁源县龙仙镇	2025年5月
S9	福建龙岩市上杭县临江镇	2024年12月	S24	福建省泉州市德化县浔中镇	2025年5月
S10	江西瑞金市象湖镇东升村	2024年12月	S25	广东省清远市连南瑶族自治县	2025年5月
S11	广东仁化县鹤龙村	2025年2月	S26	云南省文山壮族苗族自治州麻栗坡县铁厂乡	2025年5月
S12	广西贺州市平桂区马凹村	2025年2月	S27	广东省梅州市蕉岭县	2025年5月
S13	广西河池市凤山县 885 县道旁	2025年2月	S28	广东省梅州市大埔县	2025年5月
S14	江西吉安井冈山市茨坪镇白银湖村	2025年2月	S29	云南省文山市麻栗坡县麻栗镇上蒿村	2025年5月
S15	福建龙岩市上杭县临江镇	2025年3月			

46~60 min, 5% A); 体积流量 0.3 mL/min; 柱温 35 °C; 检测波长 256 nm; 进样量 2 μL。

## 2.2 溶液制备

2.2.1 对照品溶液 精密称取各对照品适量, 甲醇制成每 1 mL 含上述成分各 20 μg 的溶液, 充分混匀, 即得。

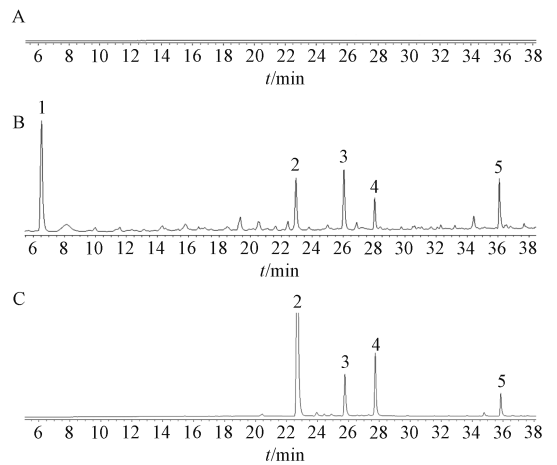
2.2.2 供试品溶液 精密称取药材粉末 2 g, 置于锥形瓶中, 精密加入 20 mL 甲醇, 称定质量, 超声 (频率 45 kHz, 功率 500 W) 处理 1 h, 取出, 静置至室温, 甲醇补足减失的质量, 0.22 μm 微孔滤膜过滤, 即得。

## 2.3 HPLC 指纹图谱建立

2.3.1 专属性试验 取对照品、供试品溶液及空白溶剂 (甲醇) 适量, 在“2.1”项色谱条件下进样测定, 结果见图 1。由此可知, 各成分色谱峰分离度理想, 空白无干扰, 表明该方法专属性良好。

2.3.2 精密度试验 取供试品溶液 (S4) 适量, 在“2.1”项色谱条件下进样测定 6 次, 以 2 号峰 (4-β-O-葡萄糖基-1, 3, 7-三羟基咕吨酮) 为参照, 测得各共有峰相对保留时间 RSD 均小于 1.50%, 相对峰面积 RSD 均小于 3.00%, 表明仪器精密度良好。

2.3.3 重复性试验 取药材 (S4) 6 份, 按“2.2.2”项下方法制备供试品溶液, 在“2.1”项色谱条件下进样测定, 以 2 号峰 (4-β-O-葡萄糖基-1, 3, 7-三羟基咕吨酮) 为参照, 测得各共有峰相对保留时间 RSD 均小于 1.50%, 相对峰面积 RSD



注: A~C 分别为空白溶剂、供试品、对照品。

2. 4-β-O-葡萄糖基-1, 3, 7-三羟基咕吨酮 3. 7-O-甲基芒果苷  
4. 远志山酮Ⅲ 5. 3, 6'-二芥子酰基蔗糖  
2. lancerin 3. 7-O-methylmangiferin 4. polygalaxanthone Ⅲ  
5. 3, 6'-O-isinapoyl sucrose

图1 各成分 HPLC 色谱图

Fig. 1 HPLC chromatograms of various constituents

均小于 3.00%, 表明该方法重复性良好。

2.3.4 稳定性试验 取供试品溶液 (S4) 适量, 在“2.1”项色谱条件下每隔 2 h 进样测定 1 次, 连续 13 次, 以 2 号峰 (4-β-O-葡萄糖基-1, 3, 7-三羟基咕吨酮) 为参照, 测得各共有峰相对保留时间 RSD 均小于 1.50%, 相对峰面积 RSD 均小于 3.00%, 表明溶液在 24 h 内稳定性良好。

2.3.5 耐用性试验 分别采用安捷伦 ZORBAX Plus C<sub>18</sub> (2.1 mm×100 mm, 1.8 μm)、岛津 Shim-

pack GIST C<sub>18</sub> (2.1 mm×50 mm, 1.9 μm)、赛默飞 Hypersil GOLD C<sub>18</sub> (2.1 mm×100 mm, 1.9 μm)、沃特世 CORTECS T3 C<sub>18</sub> (2.1 mm×150 mm 1.6 μm) 色谱柱, 对同一批药材进行分析, 以2号峰为参照计算相对保留时间, 结果见表2, 可知各共有峰其RSD均小于3.00%, 表明该方法耐用性良好。

表2 各共有峰相对保留时间

Tab. 2 Relative retention time of various common peaks

编号	峰号				
	1	2	3	4	5
柱1	0.243	1.00	1.105	1.226	1.643
柱2	0.244	1.00	1.150	1.257	1.638
柱3	0.237	1.00	1.105	1.228	1.647
柱4	0.240	1.00	1.135	1.224	1.587
RSD/%	1.311	0	1.977	1.247	1.918

注: 柱1~4分别为安捷伦 ZORBAX Plus C<sub>18</sub>、岛津 Shim-pack GIST C<sub>18</sub>、赛默飞 Hypersil GOLD C<sub>18</sub>、沃特世 CORTECS T3 C<sub>18</sub> 色谱柱。

2.3.6 图谱生成 取29批药材, 按“2.2.2”项下方法制备供试品溶液, 在“2.1”项色谱条件下进样测定, 发现17批药材色谱图中有5个共有峰, 将相关信息导入“中药色谱指纹图谱相似度评价系统”(2012.130723版本), 以S4为参照, 采用中位数法, 经共有峰匹配生成指纹图谱及对照图谱(R), 见图2, 再测定相似度, 结果见表3。由此可知, 具有全部共有峰的样品分别为S1、S2、S4~S7、S10、S12~S14、S16~S22, 其中14批药材来自广西, 其余3批来自江西, 表明两地产者成分组成更相近。另外, 对同科植物远志同法进行分析, 发现其色谱图中可见4号峰(远志吡啶Ⅲ)、5号峰(3, 6'-二芥子酰基蔗糖), 未见1~3号峰, 表明该方法在鉴别远志科植物的同时对黄花倒水莲具有较强的专属性。

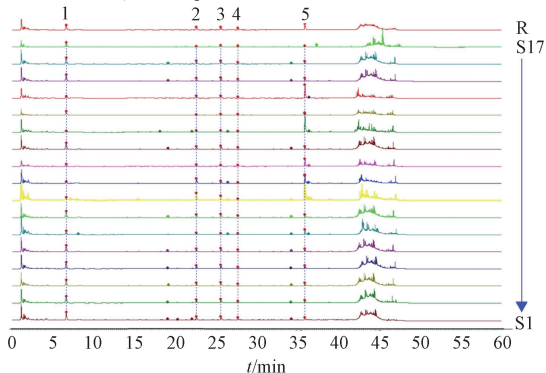


图2 17批黄花倒水莲 HPLC 指纹图谱

Fig. 2 HPLC fingerprints for 17 batches of *P. fallax*

表3 相似度测定结果

Tab. 3 Results for similarity determination

产地	序号	编号	相似度
广西	1	S1	0.921
	2	S2	0.753
	3	S4	0.926
	4	S5	0.927
	5	S6	0.928
	6	S7	0.836
	7	S12	0.916
	8	S13	0.928
	9	S16	0.821
	10	S18	0.894
	11	S19	0.829
	12	S20	0.927
	13	S21	0.918
	14	S22	0.926
江西	15	S10	0.985
	16	S14	0.928
	17	S17	0.927

2.3.7 聚类分析(CA) 以共有峰峰面积、取样量比值为变量, 经极差标准化后导入SPSS 27.0软件进行分析, 结果见图3。由此可知, 欧式距离为25时各批药材聚为2类, 12月、2月采收者为第一类, 3月、4月采收者为第二类。

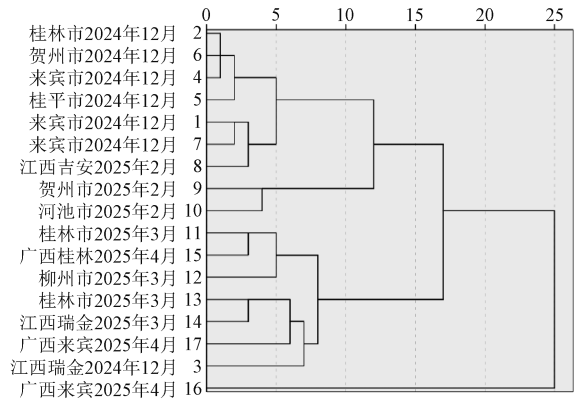


图3 17批黄花倒水莲 CA 图

Fig. 3 CA plot for 17 batches of *Polygala fallax*

2.3.8 主成分分析(PCA) 为了进一步分析采收时间对药材品质的影响, 将共有峰峰面积标准化后导入SIMCA 14.1软件进行分析, 结果见图4。由此可知, 模型拟合参数  $RX^2$  为0.741, 预测参数  $Q^2$  为0.513, 均大于0.5, 表明其预测能力良好; 各批药材按采收时间分为2类, 与CA一致, 表明药材品质与采收加工方法有一定关联。

2.3.9 正交偏最小二乘-判别分析(OPLS-DA) 将相关数据导入SIMCA 14.1软件进行监督模式分析, 发现模型拟合参数自变量  $RX^2$ 、因变量  $RY^2$  分

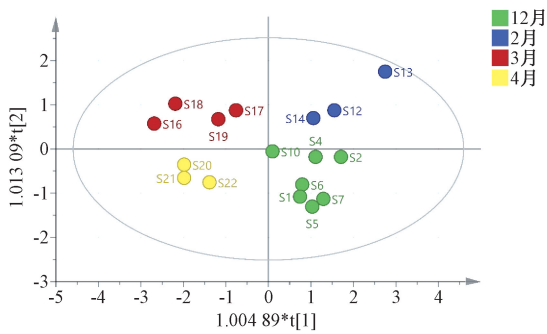


图4 17批黄花倒水莲 PCA 图

Fig. 4 PCA plot for 17 batches of *Polygala fallax*

别为 0.892、0.685，模型预测参数  $Q^2$  为 0.576，均大于 0.5，表明其预测能力良好。200 次置换检验结果显示，所有排列在左边的  $R^2$ 、 $Q^2$  均低于右边的，并且  $Q^2$  点的蓝色回归线与  $Y$  轴相交于负轴，表明模型未出现过拟合情况，可用于质量差异判别，见图 5A。另外，3 号峰（7-*O*-甲基枳椇苷）变量重要性投影值（VIP 值）大于 1，即对药材质量差异具有较大贡献，见图 5B。

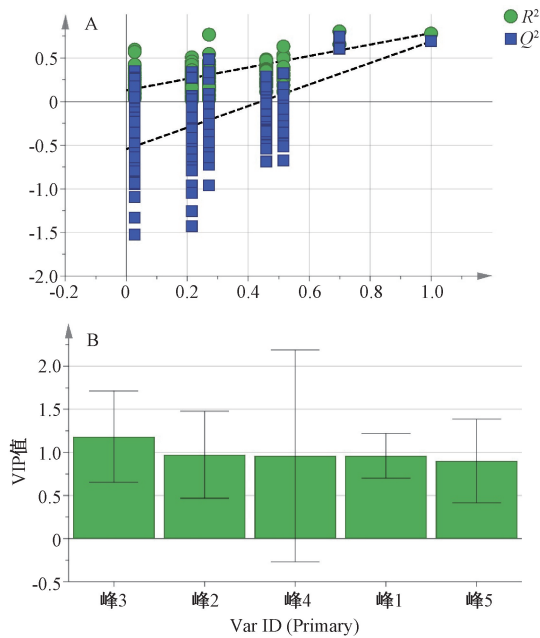


图5 17批黄花倒水莲 OPLS-DA 图

Fig. 5 OPLS-DA plot for 17 batches of *Polygala fallax*

2.4 含量测定 采用一测多评法。其中，4- $\beta$ -*O*-葡萄糖基-1, 3, 7-三羟基咕吨酮、远志吡啶酮Ⅲ、7-*O*-甲基枳椇苷结构相近，均是具有二苯并吡喃骨架的咕吨酮类化合物，三者化学性质和色谱行为一致，紫外最大吸收波长均为 256 nm，故选择其作为指标成分；3, 6'-二芥子酰基蔗糖是寡糖酯类化合物，紫外最大吸收波长为 320 nm，与上述 3 种成分差异较大，故不适合作为指标成分。

2.4.1 线性关系考察 精密称取 4- $\beta$ -*O*-葡萄糖基-1, 3, 7-三羟基咕吨酮、远志吡啶酮Ⅲ、7-*O*-甲基枳椇苷对照品适量，甲醇溶解，制成分别含三者 235.2、188.8、252  $\mu\text{g}/\text{mL}$  的对照品溶液，分别精密吸取 0.1、0.2、0.5、1、2、3 mL，甲醇稀释至 10 mL，在“2.1”项色谱条件下进样测定。以对照品峰面积（ $Y$ ）对其质量浓度（ $X$ ）进行回归，结果见表 4，可知各成分在各自范围内线性关系良好。

2.4.2 精密度、稳定性试验 分别同“2.3.2”“2.3.4”项。

2.4.3 重复性试验 取药材（S4）6 份，按“2.2.2”项下方法制备供试品溶液，在“2.1”项色谱条件下进样测定，测得 4- $\beta$ -*O*-葡萄糖基-1, 3, 7-三羟基咕吨酮、7-*O*-甲基枳椇苷、远志吡啶酮Ⅲ含量 RSD 分别为 1.93%、1.55%、1.82%，表明该方法重复性良好。

2.4.4 加样回收率试验 精密称取各成分含量已知的药材（S4）6 份，每份 1 g，分别精密加入 235.2、141.6、63.0  $\mu\text{g}$  4- $\beta$ -*O*-葡萄糖基-1, 3, 7-三羟基咕吨酮、7-*O*-甲基枳椇苷、远志吡啶酮Ⅲ对照品，按“2.2.2”项下方法制备供试品溶液，在“2.1”项色谱条件下进样测定，计算回收率。结果，4- $\beta$ -*O*-葡萄糖基-1, 3, 7-三羟基咕吨酮平均加样回收率为 101.06%，RSD 为 1.31%；7-*O*-甲基枳椇苷平均加样回收率为 99.65%，RSD 为 2.30%；远志吡啶酮Ⅲ平均加样回收率为 101.43%、RSD 为 2.13%。

表4 各成分线性关系

Tab. 4 Linear relationships of various constituents

成分	回归方程	$R^2$	线性范围/ $(\mu\text{g}\cdot\text{mL}^{-1})$
4- $\beta$ - <i>O</i> -葡萄糖基-1,3,7-三羟基咕吨酮	$Y = 10\ 707X - 4\ 781.0$	0.999 0	2.35~70.56
7- <i>O</i> -甲基枳椇苷	$Y = 14\ 340X - 3\ 851.2$	0.999 3	1.89~56.64
远志吡啶酮Ⅲ	$Y = 14\ 557X - 3\ 980.8$	0.999 2	2.52~75.60

2.4.5 相对校正因子计算 以 4- $\beta$ -*O*-葡萄糖基-1, 3, 7-三羟基咕吨酮为内标，计算 7-*O*-甲基枳椇苷、

远志吡啶酮Ⅲ相对校正因子  $f_{k/s}$ ，公式为  $f_{k/s} = f_k / f_s = (C_k A_s) / (C_s A_k)$ ，其中  $C_k$  为其他成分含量， $A_k$

为其他成分峰面积,  $C_s$  为内标含量,  $A_s$  为内标峰面积, 结果见表 5。

2.4.6 色谱峰定位 以 4- $\beta$ -*O*-葡萄糖基-1, 3, 7-三羟基咕吨酮为内标, 测得 7-*O*-甲基枳椇苷、远志吡啶Ⅲ 平均相对保留时间分别为 1.12、1.23, RSD 均小于 3%, 表明相对保留时间可用于色谱峰定位。

2.4.7 样品含量测定 取 17 批药材, 按“2.2.2”项下方法制备供试品溶液, 在“2.1”项色谱条件下进样测定, 分别采用外标法、一测多评法计算含量, 结果见表 6。由此可知, 2 种方法所得结果接近 (RSD 小于 5%), 表明一测多评法可用于含量测定。

表 5 各成分相对校正因子

Tab. 5 Relative correction factors of various components

编号	$f_{4-\beta-O-葡萄糖基-1,3,7-三羟基咕吨酮/7-O-甲基枳椇苷}$	$f_{4-\beta-O-葡萄糖基-1,3,7-三羟基咕吨酮/远志吡啶Ⅲ}$
1	1.33	1.36
2	1.33	1.36
3	1.35	1.38
4	1.36	1.38
5	1.35	1.38
6	1.34	1.35
平均值	1.34	1.37
RSD/%	0.88	0.98

表 6 各成分含量测定结果 ( $\mu\text{g/g}$ )

Tab. 6 Results for content determination of various constituents ( $\mu\text{g/g}$ )

批号	取样量/g	4- $\beta$ - <i>O</i> -葡萄糖基-1,3,7-三羟基咕吨酮			7- <i>O</i> -甲基枳椇苷			远志吡啶Ⅲ		
		外标法	外标法	一测多评法	RSD/%	外标法	一测多评法	RSD/%		
S1	2.073 0	138.91	145.13	149.21	1.96	47.88	49.34	2.13		
S2	2.176 4	101.62	72.26	75.01	2.65	42.24	43.95	2.82		
S4	2.093 2	203.25	131.57	133.89	1.23	66.60	67.94	1.40		
S5	2.120 0	95.46	55.15	57.48	2.92	46.61	48.69	3.09		
S6	2.200 2	255.49	57.91	58.62	0.86	38.76	39.33	1.03		
S7	2.165 8	137.62	56.84	58.37	1.88	38.84	39.98	2.05		
S10	2.166 2	124.13	29.35	30.25	2.12	49.36	50.99	2.29		
S12	2.192 4	178.30	112.41	114.60	1.37	70.85	72.40	1.54		
S13	2.339 4	143.03	42.69	43.69	1.64	70.34	72.17	1.82		
S14	2.120 6	99.22	58.15	60.49	2.80	41.16	42.92	2.97		
S16	1.869 6	170.12	115.88	118.78	1.75	47.80	49.11	1.92		
S17	2.052 4	218.90	85.45	86.85	1.15	43.32	44.13	1.32		
S18	2.198 4	307.88	103.02	104.01	0.67	36.27	36.70	0.84		
S19	1.859 6	561.29	246.26	247.44	0.34	63.83	64.29	0.51		
S20	1.999 6	182.80	63.11	64.45	1.48	35.23	36.06	1.65		
S21	1.929 4	138.78	136.29	140.46	2.13	117.80	121.70	2.30		
S22	1.963 2	115.78	132.44	137.34	2.57	73.20	76.09	2.74		

### 3 讨论

3.1 色谱条件筛选和色谱峰鉴定 本实验发现, 在 256 nm 波长处各成分色谱峰信息丰富, 基线平稳, 故选择其作为检测波长。流动相分别考察了甲醇、乙腈、水、0.1% 甲酸、0.1% 乙酸, 发现以乙腈-0.1% 甲酸洗脱时各成分色谱峰分离较好。柱温分别考察了 25、35、45  $^{\circ}\text{C}$ , 发现 35  $^{\circ}\text{C}$  时能在保证各成分色谱峰分离度完好的前提下缩短分析时间。

另外, 供试品溶液色谱图中有 5 个共有峰, 根据保留时间、精确质量数和二级碎片离子, 鉴定出 2~5 号峰分别为 4- $\beta$ -*O*-葡萄糖基-1, 3, 7 三羟基咕吨酮<sup>[17]</sup>、7-*O*-甲基枳椇苷<sup>[18]</sup>、远志吡啶Ⅲ、3, 6'-二芥子酰基蔗糖<sup>[19]</sup>, 均为首次在黄花倒水莲中发现, 其中 4、5 号峰是 2025 年版《中国药典》远志指标成分, 符合黄花倒水莲作为远志科植物的特征; 2、3 号峰在远志提取液中未检测到, 是黄

花倒水莲专属性成分。由于2~4号峰对应的成分结构相近,化学性质和色谱行为一致,适合进行一测多评法含量测定,其中2号峰具有较强的信号响应和适中的保留时间,故选择其作为内标<sup>[20]</sup>。

3.2 采收加工分析 课题组前期调研发现,各地黄花倒水莲采收加工时间尚无统一规范<sup>[21]</sup>。在广西12月至2月、3月至4月采收的药材中各有效成分含量具有明显差异,推测可能与当地气候有关,并且由于缺少烘干设备,故农户采收后大多采用自然晾干的方式,但12月至2月天气寒冷干燥,而3月至4月常出现返潮现象(俗称“回南天”),冷热交替,空气潮湿<sup>[22]</sup>,若干燥不及时可能造成药材有效成分损失。本实验发现,不同批次黄花倒水莲中7-O-甲基枳椇苷含量差异明显,可能是因为它作为多酚类化合物易氧化变性<sup>[23]</sup>,故可作为判断该药材采收加工是否规范的重要指标。

#### 参考文献:

[1] 广州部队后勤部卫生部. 常用中草药手册[M]. 北京: 人民卫生出版社, 1969: 652-653.

[2] 广西壮族自治区革命委员会卫生管理服务处. 广西中草药(第2册)[M]. 南宁: 广西人民出版社, 1970: 292-293.

[3] 中国中医研究院, 广州中医学院. 中医大辞典[M]. 北京: 人民卫生出版社, 1995: 1347.

[4] 国家中医药管理局《中华本草》编委会. 中华本草[M]. 上海: 上海科学技术出版社, 1998: 54-55.

[5] 陈士林, 刘德培. 中华医学百科全书(中医学 中药资源学)[M]. 北京: 中国协和医科大学出版社, 2018: 95-96.

[6] 南京中医药大学. 中药大辞典(下)[M]. 2版. 上海: 上海科学技术出版社, 2014: 2497-2498.

[7] 云南中医药大学. 云南民族药大辞典(下)[M]. 上海: 上海科学技术出版社, 2019: 2226-2227.

[8] 姜育麟, 李星炜. 中国民族药志(第4卷)[M]. 成都: 四川民族出版社, 2007: 572-573.

[9] 广西壮族自治区食品药品监督管理局. 广西壮族自治区瑶

药材质量标准(第一卷)[S]. 南宁: 广西科学技术出版社, 2014: 169.

[10] 广东省食品药品监督管理局. 广东省中药材标准(第3册)[S]. 广州: 广东科技出版社, 2018: 390-391.

[11] 广西壮族自治区卫生厅. 广西中药材标准(第2册)[S]. 南宁: 广西科学技术出版社, 1992: 210.

[12] 湖南省食品药品监督管理局. 湖南省中药材标准: 2009年版[S]. 长沙: 湖南科学技术出版社, 2010: 135.

[13] 广西壮族自治区食品药品监督管理局. 广西壮族自治区壮药质量标准(第三卷)[S]. 南宁: 广西科学技术出版社, 2018: 189.

[14] 万丽, 唐辉, 刘宝玉, 等. 民族植物黄花倒水莲研究进展[J]. 广西科学院学报, 2022, 38(4): 319-327.

[15] 史雅红, 王敏, 王一鑫, 等. 基于文献计量学的中药材质量评价研究现状与发展趋势的可视化分析[J]. 中草药, 2025, 56(9): 3222-3233.

[16] 耿峰, 杜娟, 李志远, 等. 基于一测多评多指标成分定量联合化学计量学及加权TOPSIS模型的肉豆蔻质量评价[J]. 中草药, 2025, 56(8): 2925-2935.

[17] Janković T, Krstić-Milosević D, Aljancić I, et al. Phytochemical re-investigation of *Gentiana utriculosa*[J]. *Nat Prod Res*, 2009, 23(5): 466-469.

[18] Wang X H, Liang Y, Peng C L, et al. Preparative isolation and purification of chemical constituents of *Belamcanda* by MPLC, HSCCC and PREP-HPLC[J]. *J Liq Chromatogr Relat Technol*, 2011, 34(4): 241-257.

[19] 白云凤, 黄智兴, 唐雅楠, 等. 基于UHPLC Q-Exactive Orbitrap MS/MS和分子网络技术快速鉴定开心散化学成分[J]. 中国现代中药, 2025, 27(2): 258-273.

[20] 马静, 楚亮, 宋毅, 等. 六味能消丸TLC鉴别及3种蒽醌类成分的含量测定[J]. 中成药, 2024, 46(9): 3063-3068.

[21] 万丽, 李典鹏, 唐辉, 等. 不同栽培年限黄花倒水莲产量与品质分析[J]. 广西植物, 2023, 43(1): 96-102.

[22] 古明悦. 南宁市2~4月“回南天”天气气象要素变化特征分析[J]. 气象研究与应用, 2015, 36(2): 21-25; 30.

[23] 王慧芳, 张希, 王智慧, 等. 不同湿度条件对雪茄烟叶晾制过程中酶促棕色化反应及品质的影响[J]. 中国农学通报, 2024, 40(21): 131-138.