

[质量控制]

基于 HPLC 指纹图谱、化学计量学和含量测定评价芫荽子质量

杨若玘¹, 王艺霏¹, 徐 进¹, 王 岩¹, 洪 敏^{2*}, 何 新^{1*}
(1. 广东药科大学中药学院, 广东 广州 510006; 2. 广东药科大学附属第一医院, 广东 广州 510080)

摘要: **目的** 评价芫荽子质量。**方法** 建立 HPLC 指纹图谱, 采用聚类分析 (CA)、主成分分析 (PCA)、正交偏最小二乘判别分析 (OPLS-DA) 进行化学计量学研究, 测定绿原酸、咖啡酸、芦丁、金丝桃苷、木犀草苷含量。**结果** 27 批样品指纹图谱中有 13 个共有峰, 指认出 5 个, 相似度均大于 0.957。各批样品聚为 3 类, 3 个主成分累积方差贡献率为 87.525%, 8 个共有峰 VIP 值大于 1.0。5 种成分在各自范围内线性关系良好 ($R^2 \geq 0.9994$), 平均加样回收率 98.31%~102.21%, RSD 1.17%~2.77%。各批样品中绿原酸、咖啡酸、芦丁、金丝桃苷、木犀草苷平均含量分别为 0.014 4%、0.005 1%、0.014 2%、0.005 7%、0.068 0%。**结论** 该方法高效准确, 稳定可靠, 可用于芫荽子的质量控制。木犀草苷可作为芫荽子含量测定指标, 其含量不低于 0.048%。

关键词: 芫荽子; HPLC 指纹图谱; 聚类分析 (CA); 主成分分析 (PCA); 正交偏最小二乘法判别分析 (OPLS-DA); 含量测定

中图分类号: R284.1 文献标志码: A 文章编号: 1001-1528(2026)07-2137-07
doi:10.3969/j.issn.1001-1528.2026.07.001

Quality evaluation of *Coriandri Fructus* based on HPLC fingerprints, chemometrics and content determination

YANG Ruo-ji¹, WANG Yi-fei¹, XU Jin¹, WANG Yan¹, HONG Min^{2*}, HE Xin^{1*}
(1. School of Traditional Chinese Medicine, Guangdong Pharmaceutical University, Guangzhou 510006, China; 2. The First Affiliated Hospital of Guangdong Pharmaceutical University, Guangzhou 510080, China)

ABSTRACT: **AIM** To evaluate the quality of *Coriandri Fructus*. **METHODS** The HPLC fingerprints were established. Chemometric studies were conducted by cluster analysis (CA), principal component analysis (PCA) and orthogonal partial least squares discriminant analysis (OPLS-DA), and the contents of chlorogenic acid, caffeic acid, rutin, hyperoside and luteoloside were determined. **RESULTS** There were 13 common peaks in the fingerprints for 27 batches of samples, 5 of which were identified with the similarities of more than 0.957. Various batches of samples were clustered into 3 categories, the accumulative variance contribution rate of 3 principal components was 87.525%, and the VIP values of 8 common peaks were more than 1.0. Five constituents showed good linear relationships within their own ranges ($R^2 \geq 0.9994$), whose average recoveries were 98.31% - 102.21% with the RSD of 1.17% - 2.77%. The average contents of chlorogenic acid, caffeic acid, rutin, hyperoside and luteolin in various batches of samples were 0.014 4%, 0.005 1%, 0.014 2%, 0.005 7% and 0.068 0%, respectively. **CONCLUSION** This efficient, accurate, stable and reliable method can be used for the quality control of *Coriandri Fructus*. Luteoloside can be used as an index for the content determination of

收稿日期: 2025-05-07

基金项目: 国家自然科学基金 (82174209)

作者简介: 杨若玘 (1998—), 女, 硕士, 从事中药药效评价及其应用研究。E-mail: yangruoji_5908@163.com

* 通信作者: 洪 敏 (1972—), 女, 硕士, 主任医师, 从事经方在临床中的应用研究。E-mail: Hmin130@163.com

何 新 (1966—), 女, 博士, 教授, 从事中药药理学、药动学研究。Tel: (020) 39352880, E-mail: hexintn@gdpu.edu.cn

网络出版日期: 2025-07-17

网络出版地址: <http://kns.cnki.net/kcms/detail/31.1368.R.20250717.1404.006.html>.

Coriandri Fructus, whose content should not be less than 0.048%.

KEY WORDS: *Coriandri Fructus*; HPLC fingerprints; cluster analysis (CA); principal component analysis (PCA); orthogonal partial least squares discriminant analysis (OPLS-DA); content determination

芫荽 *Coriandrum sativum* L. 为伞形科芫荽属一年生或两年生草本植物，原产于南欧、北非地区^[1]，在我国多地均有栽培^[2-3]，芫荽子为其干燥成熟果实，性平，味辛、酸，归肺、胃经，具有散风寒、消食利气等功效。现代研究表明，芫荽子含有挥发油类、黄酮类、酚酸类成分^[4-7]，有着抗炎、抗菌、抗氧化、降糖、心血管保护等作用^[8-14]。

目前，市面上芫荽子质量参差不齐^[15]，2016年版《江苏省中药材标准》中该药材含量测定项仅以挥发油含量为指标，难以反映其整体质量。指纹图谱可较全面地反映中药成分特征^[16]，结合化学计量学能进一步评价其质量，同时筛选出质量差异标志物。因此，本实验建立芫荽子 HPLC 指纹图谱，结合化学计量学对不同产地芫荽子质量进行评价，筛选差异性成分，并测定绿原酸、咖啡酸、芦丁、金丝桃苷、木犀草苷含量，以期为该药材质量控制提供参考。

1 材料

1.1 仪器 LC-2030C 3D plus 高效液相色谱仪（日本岛津公司）；200T 高速多功能粉碎机（浙江铂欧电器有限公司）；KQ-400KDB 超声波清洗器（昆山市超声仪器有限公司）；BSA124S 电子天平（德国 Sartorius 公司）；AUY220 电子天平（万分之一，广州仪通兴仪器仪表有限公司）。

1.2 试剂 芦丁（批号 100080-202012）、金丝桃苷（批号 111521-201809）、木犀草苷（批号 111720-201810）对照品均购自中国食品药品检定研究院；绿原酸（批号 CFN99116）、咖啡酸（批号 CFN99190）对照品均购自武汉天植生物技术有限公司，纯度均大于 98%。甲醇、乙腈（色谱纯，美国 Thermo Fisher Scientific 公司）；磷酸（色谱纯，天津市科密欧化学试剂有限公司）；水为实验室自制纯水。

1.3 药材 芫荽子共 27 批（编号 S1~S27），经广东药科大学纪瑞锋博士鉴定为伞形科植物芫荽 *Coriandrum sativum* L. 的干燥成熟果实，具体信息见表 1，采收后密封保存，置于阴凉通风处，使用前粉碎，过 40 目筛，放到干燥器中备用。

2 方法与结果

2.1 色谱条件 Waters XSelelet HSS T3 色谱柱

表 1 芫荽子信息

Tab. 1 Information of *Coriandri Fructus*

序号	地区	产地或国家	来源	采购时间
S1	东北	黑龙江哈尔滨	安徽亳州药材市场	2023 年 11 月
S2		吉林松原	安徽亳州药材市场	2023 年 10 月
S3		吉林长春	安徽亳州药材市场	2023 年 10 月
S4		吉林长春	安徽亳州药材市场	2023 年 10 月
S5	西北	甘肃民乐	广东大翔中药制药有限公司	2023 年 11 月
S6		甘肃民勤	广东大翔中药制药有限公司	2023 年 11 月
S7	华东	山东潍坊	安徽亳州药材市场	2023 年 10 月
S8		江苏淮安	安徽亳州药材市场	2023 年 10 月
S9		江苏淮安	安徽亳州药材市场	2023 年 10 月
S10		江苏淮安	安徽亳州药材市场	2023 年 10 月
S11		安徽亳州	安徽亳州药材市场	2023 年 10 月
S12		安徽亳州	安徽亳州药材市场	2023 年 10 月
S13		安徽宿州	安徽亳州药材市场	2023 年 10 月
S14		浙江衢州	安徽亳州药材市场	2023 年 10 月
S15		浙江杭州	安徽亳州药材市场	2023 年 10 月
S16		四川雅安	安徽亳州药材市场	2023 年 10 月
S17		四川成都	安徽亳州药材市场	2023 年 10 月
S18	华中	湖南衡阳	安徽亳州药材市场	2023 年 10 月
S19		湖南衡阳	安徽亳州药材市场	2023 年 10 月
S20	华南	广东清远	深圳福田农产品批发市场	2023 年 11 月
S21		广东肇庆	深圳福田农产品批发市场	2023 年 11 月
S22		广西玉林	玉林药材市场	2023 年 11 月
S23		广西贵港	玉林药材市场	2023 年 11 月
S24		南亚 印度	玉林药材市场	2023 年 11 月
S25		东南亚 缅甸	玉林药材市场	2023 年 11 月
S26		泰国	玉林药材市场	2023 年 11 月
S27		印尼	玉林药材市场	2023 年 11 月

(4.6 mm×250 mm, 5 μm); 流动相乙腈 (A) - 0.2% 磷酸 (B), 梯度洗脱 (0~23 min, 2%~5% A; 23~27 min, 5%~11% A; 27~42 min, 11% A; 42~47 min, 11%~16% A; 47~67 min, 16%~17% A); 体积流量 1.0 mL/min; 柱温 30 ℃; 检测波长 254 nm; 进样量 10 μL。

2.2 对照品溶液制备 精密称取各对照品适量，60% 甲醇制成每 1 mL 含绿原酸 96.2 μg、咖啡酸 97.7 μg、芦丁 98.8 μg、金丝桃苷 95.2 μg、木犀草苷 102.0 μg 的溶液，即得。

2.3 供试品溶液制备 取药材粉末 (S22) 约 1.0 g，精密称定，置于具塞锥形瓶中，精密加入 20 mL 60% 甲醇，密塞，称定质量，超声（功率 500 W，频率 90 kHz）处理 30 min，放冷，60% 甲醇补足减失的质量，过滤，取续滤液，即得。

2.4 指纹图谱方法学考察

2.4.1 精密度试验 取药材粉末（S22）适量，按“2.3”项下方法制备供试品溶液，在“2.1”项色谱条件下进样测定 6 次，以 11 号峰为参照（S），测得各成分共有峰相对保留时间 RSD 均小于 0.18%，相对峰面积 RSD 均小于 2.65%，表明仪器精密度良好。

2.4.2 稳定性试验 取药材粉末（S22）适量，按“2.3”项下方法制备供试品溶液，于 0、4、8、16、24、48 h 在“2.1”项色谱条件下进样测定，以 11 号峰为参照（S），测得各共有峰相对保留时间 RSD 均小于 0.20%，相对峰面积 RSD 均小于 2.86%，表明溶液在 48 h 内稳定性良好。

2.4.3 重复性试验 取药材粉末（S22）适量，按“2.3”项下方法平行制备 6 份供试品溶液，在“2.1”项色谱条件下进样测定，以 11 号峰为参照（S），测得各共有峰相对保留时间 RSD 均小于 0.27%，相对峰面积 RSD 均小于 2.14%，表明该方法重复性良好。

2.5 图谱生成 取 27 批药材，按“2.3”项下方法制备供试品溶液，在“2.1”项色谱条件下进样测定，将数据导入“中药色谱指纹图谱相似度评价系统”（2012 版），以 S22 为参照，生成对照图谱，见图 1，共发现 13 个共有峰，与对照品比对后认出 5 个，见图 2。

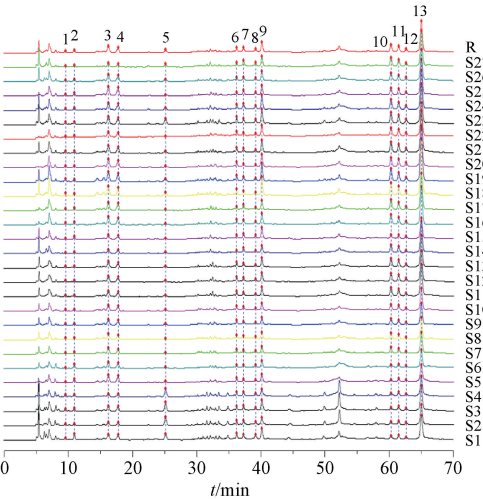
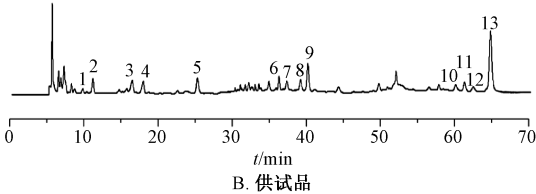
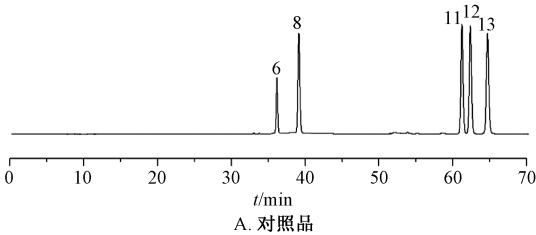


图 1 27 批芫荽子 HPLC 指纹图谱
Fig.1 HPLC fingerprints for 27 batches of *Coriandri Fructus*

以对照图谱为标准，计算 27 批药材相似度，结果见表 2。由此可知，各批药材制备工艺稳定，质量可控，符合相关要求。



6. 绿原酸 8. 咖啡酸 11. 芦丁 12. 金丝桃苷 13. 木犀草苷
6. chlorogenic acid 8. caffeic acid 11. rutin 12. hyperoside
13. luteolin

图 2 各成分 HPLC 色谱图

Fig.2 HPLC chromatograms of various constituents

表 2 27 批芫荽子相似度

Tab.2 Similarities of 27 batches of *Coriandri Fructus*

批号	相似度	批号	相似度	批号	相似度
S1	0.983	S10	0.998	S19	0.998
S2	0.957	S11	0.997	S20	0.997
S3	0.977	S12	0.998	S21	0.998
S4	0.969	S13	0.998	S22	0.997
S5	0.979	S14	0.991	S23	0.996
S6	0.981	S15	0.985	S24	0.999
S7	0.996	S16	0.998	S25	0.993
S8	0.998	S17	0.995	S26	0.999
S9	0.997	S18	0.998	S27	0.993

2.6 化学计量学

2.6.1 聚类分析（CA） 将 13 个共有峰峰面积导入 SPSS 27.0 软件进行分析，结果见图 3。由此可知，当平方欧氏距离为 15 时，各批药材聚为 3 类，S1~S4 为 I 类，均来自我国东北地区；S5~S17、S20~S23、S25~S26 为 II 类，来自我国西北、华东、西南、华南地区及南亚、东南亚国家；S18~S19、S24、S27 为 III 类，来自我国华中地区及南亚、东南亚国家，表明不同产地药材具有一定差异，但未体现出显著的区域性特征。

2.6.2 主成分分析（PCA） 将 13 个共有峰峰面积导入 SPSS 27.0 软件进行分析，共得到 3 个主成分，见表 3。因子载荷矩阵见表 4，可知芦丁、金丝桃苷、木犀草苷对主成分 1 的贡献较高，咖啡酸对主成分 2 的贡献较高。

再计算综合评分，公式为综合评分=0.478 27×主成分 1 评分+0.278 87×主成分 2 评分+0.118 10×主成分 3 评分，结果见表 5。由此可知，S18、

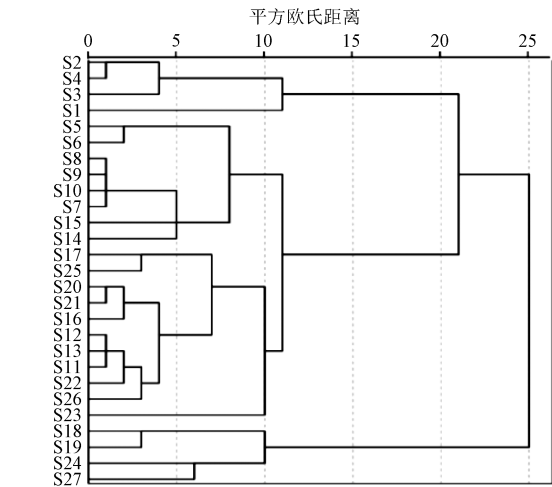


图 3 27 批芫荽子 CA 图

Fig. 3 CA plot for 27 batches of *Coriandri Fructus*

表 3 主成分特征值及方差贡献率

Tab. 3 Eigenvalues and variance contribution rates of principal components

主成分	特征值	方差贡献率/%	累积方差贡献率/%
1	6.217	47.827	47.827
2	3.625	27.887	75.714
3	1.535	11.810	87.525

表 4 主成分因子载荷矩阵

Tab. 4 Factor loading matrices for principal components

峰号	共有峰	因子载荷		
		主成分 1	主成分 2	主成分 3
1	未指认	0.748	0.506	0.080
2	未指认	-0.027	0.587	0.749
3	未指认	0.717	-0.422	0.502
4	未指认	0.686	-0.393	0.567
5	未指认	0.190	0.918	-0.111
6	绿原酸	0.650	0.488	-0.132
7	未指认	0.326	0.620	-0.393
8	咖啡酸	0.240	0.915	0.148
9	未指认	0.902	0.199	0.104
10	未指认	0.837	-0.443	-0.221
11	芦丁	0.880	-0.357	-0.245
12	金丝桃苷	0.922	-0.063	-0.259
13	木犀草苷	0.955	-0.147	-0.044

S19、S27 排名靠前，表明产自湖南（S18、S19）、印尼（S27）药材的整体质量较好。

将共有峰峰面积导入 SIMCA 14.1 软件进行分析，结果见图 4。由此可知，各批药材分为 3 类，与 CA 一致。

2.6.3 正交偏最小二乘判别分析（OPLS-DA） 采用 SIMCA-P 14.1 软件进行分析，筛选出对组间差

表 5 27 批芫荽子综合评分

Tab. 5 Total scores for 27 batches of *Coriandri Fructus*

批号	主成分 1 评分	主成分 2 评分	主成分 3 评分	综合评分	排序
S1	-0.541	4.328	2.550	1.249	5
S2	-1.572	3.639	-1.082	0.135	12
S3	0.380	4.438	-0.018	1.417	4
S4	-1.733	3.513	-1.244	0.004	14
S5	-3.009	-0.987	2.620	-1.405	23
S6	-3.972	-0.559	2.366	-1.776	27
S7	-2.692	-0.987	-0.039	-1.567	26
S8	-1.973	-1.202	-0.414	-1.328	22
S9	-2.348	-1.016	-0.209	-1.431	24
S10	-2.054	-0.731	-0.337	-1.226	21
S11	-0.165	-1.337	-1.632	-0.644	18
S12	0.024	-0.990	-0.752	-0.354	17
S13	0.324	-0.797	-0.852	-0.168	15
S14	-2.209	-1.043	-1.496	-1.524	25
S15	-2.709	0.544	-0.298	-1.179	20
S16	1.396	-1.299	0.597	0.376	8
S17	1.057	-1.322	0.562	0.204	9
S18	6.234	0.400	0.431	3.144	1
S19	5.144	-0.752	0.878	2.354	3
S20	1.679	-2.225	-0.049	0.177	10
S21	2.084	-1.293	-0.180	0.615	7
S22	-0.252	-1.465	-1.024	-0.650	19
S23	0.031	0.971	-2.258	0.019	13
S24	2.444	0.380	-0.444	1.223	6
S25	0.546	-1.095	1.873	0.177	11
S26	-0.092	-1.069	0.345	-0.301	16
S27	3.977	1.955	0.105	2.460	2

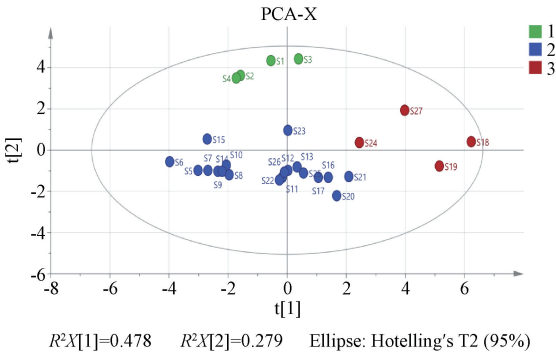


图 4 27 批芫荽子 PCA 得分图

Fig. 4 PCA score plot for 27 batches of *Coriandri Fructus*

异贡献较大的成分，结果见图 5，可知与 PCA、CA 一致。再以变量重要性投影值（VIP 值）>1 为指标^[17]，筛选出 8 种成分，见图 6，VIP 值依次为 1 号峰>9 号峰>13 号峰（木犀草苷）>8 号峰（咖啡酸）>5 号峰>12 号峰（金丝桃苷）>11 号峰（芦丁）>10 号峰，可作为质量差异标志物。

2.7 含量测定 “2.6.3” 项下结果显示，木犀草苷、咖啡酸、金丝桃苷、芦丁是差异化合物，可作为质量控制指标，而绿原酸作为酚酸类化合物，

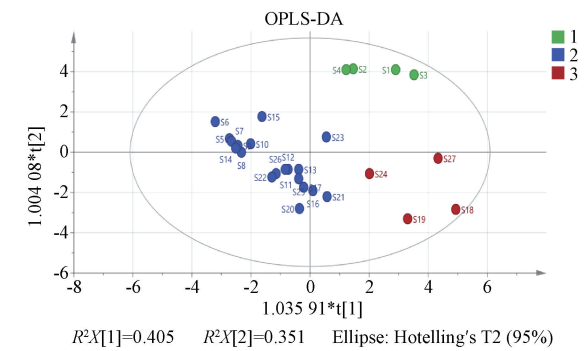


图 5 27 批芫荽子 OPLS-DA 得分图

Fig. 5 OPLS-DA score plot for 27 batches of *Coriandri Fructus*

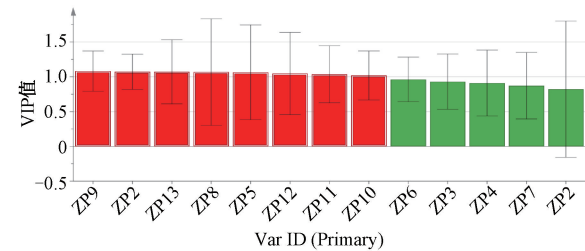


图 6 芫荽子共有峰 VIP 值

Fig. 6 VIP values for common peaks of *Coriandri Fructus*

具有抗氧化、抗菌、抗肿瘤等作用^[18-19]。因此，本实验对上述成分进行含量测定。

2.7.1 色谱条件 同“2.1”项。

2.7.2 方法学考察

2.7.2.1 线性关系考察 精密称取各对照品适量，置于量瓶中，60% 甲醇制成每 1 mL 分别含绿原酸 99.2 μg、咖啡酸 27.7 μg、芦丁 58.8 μg、金丝桃苷 25.2 μg、木犀草苷 176 μg 的溶液，并稀释成系列质量浓度，在“2.1”项色谱条件下进样测定。以对照品质量浓度为横坐标（X），峰面积为纵坐标（Y）进行回归，并以信噪比 10：1 为定量限，3：1 为检测限，结果见表 6，可知各成分在各自范围内线性关系良好。

2.7.2.2 精密密度试验 精密称取药材粉末（S22）适量，按“2.3”项下方法制备供试品溶液，在“2.1”项色谱条件下进样测定 6 次，测得绿原酸、咖啡酸、芦丁、金丝桃苷、木犀草苷峰面积 RSD 分别为 1.91%、1.57%、1.69%、2.60%、1.96%，表明仪器精密密度良好。

2.7.2.3 稳定性试验 精密称取药材粉末（S22）

表 6 各成分线性关系

Tab. 6 Linear relationships of various constituents					
成分	回归方程	R ²	线性范围/(μg·mL ⁻¹)	定量限/(μg·mL ⁻¹)	检测限/(μg·mL ⁻¹)
绿原酸	Y=9 186.5X-7 145.6	0.999 6	1.550~99.20	0.387 5	0.155 0
咖啡酸	Y=20 024X-7 935.8	0.999 6	0.433 0~27.70	0.216 5	0.108 3
芦丁	Y=17 105X-8 042.2	0.999 4	0.918 8~58.80	0.229 7	0.076 5
金丝桃苷	Y=21 956X-8 805.4	0.999 4	0.393 8~25.20	0.196 9	0.098 5
木犀草苷	Y=25 066X-63 352	0.999 5	2.750~176.0	0.275 0	0.091 7

适量，按“2.3”项下方法制备供试品溶液，于 0、4、8、16、24、48 h 在“2.1”项色谱条件下进样测定，测得绿原酸、咖啡酸、芦丁、金丝桃苷、木犀草苷峰面积 RSD 分别为 2.45%、1.88%、2.06%、2.95%、2.52%，表明供试品溶液在 48 h 内稳定性良好。

2.7.2.4 重复性试验 精密称取药材粉末（S22）适量，按“2.3”项下方法平行制备 6 份供试品溶液，在“2.1”项色谱条件下进样测定，测得绿原酸、咖啡酸、芦丁、金丝桃苷、木犀草苷含量 RSD 分别为 1.62%、0.88%、1.41%、2.12%、1.28%，表明该方法重复性良好。

2.7.2.5 加样回收率试验 取各成分含量已知的药材粉末（S22）约 0.5 g，精密称定，加入一定量对照品溶液，按“2.3”项下方法平行制备 6 份供试品溶液，在“2.1”项色谱条件下进样测定，

计算回收率。结果，绿原酸、咖啡酸、芦丁、金丝桃苷、木犀草苷平均加样回收率分别为 98.69%、98.31%、99.57%、100.20%、102.21%，RSD 分别为 1.17%、2.77%、1.42%、1.83%、1.33%。

2.7.3 样品含量测定 取 27 批药材，按“2.3”项下方法平行制备 3 份供试品溶液，在“2.1”项色谱条件下进样测定，计算含量，结果见表 7。

3 讨论

3.1 提取、色谱条件考察 本实验发现，以 60% 甲醇为溶剂，在料液比 1：20 下超声（500 W、90 kHz）提取 30 min 时，以及在流动相乙腈-0.2% 磷酸、柱温 30 ℃、体积流量 1.0 mL/min、检测波长 254 nm、进样量 10 μL 的色谱条件下，HPLC 指纹图谱整体效果最佳。

3.2 HPLC 指纹图谱、化学计量学分析 27 批芫荽子 HPLC 指纹图谱中有 13 个共有峰，并指认出

表 7 各成分含量测定结果 (n=3)

Tab. 7 Results for content determination of various constituents (n=3)

批号	含量/%				
	绿原酸	咖啡酸	芦丁	金丝桃苷	木犀草苷
S1	0.019 0	0.009 3	0.009 4	0.004 5	0.057 8
S2	0.016 2	0.007 1	0.009 4	0.005 2	0.046 5
S3	0.017 9	0.008 2	0.010 1	0.005 5	0.064 8
S4	0.016 4	0.007 1	0.009 2	0.005 0	0.053 0
S5	0.012 2	0.003 9	0.007 2	0.003 2	0.045 6
S6	0.007 7	0.004 5	0.007 2	0.003 0	0.037 8
S7	0.012 7	0.004 0	0.009 7	0.004 0	0.043 9
S8	0.012 3	0.003 4	0.012 3	0.005 2	0.049 0
S9	0.012 2	0.003 9	0.011 1	0.004 5	0.046 3
S10	0.014 5	0.004 0	0.011 2	0.004 5	0.048 1
S11	0.015 8	0.003 9	0.016 8	0.006 0	0.066 8
S12	0.014 3	0.004 2	0.016 7	0.006 0	0.067 3
S13	0.016 3	0.004 3	0.016 6	0.006 2	0.074 0
S14	0.007 3	0.003 3	0.014 3	0.004 2	0.066 7
S15	0.010 9	0.005 6	0.008 7	0.004 6	0.046 5
S16	0.013 6	0.004 9	0.016 7	0.006 6	0.081 0
S17	0.010 1	0.004 4	0.017 8	0.005 6	0.077 1
S18	0.021 4	0.005 5	0.022 2	0.008 1	0.121 6
S19	0.017 4	0.005 2	0.021 5	0.007 9	0.115 1
S20	0.015 9	0.003 3	0.018 3	0.007 3	0.081 9
S21	0.015 6	0.004 6	0.018 8	0.007 5	0.087 1
S22	0.015 4	0.004 1	0.016 6	0.006 4	0.071 6
S23	0.014 3	0.006 2	0.016 3	0.006 6	0.076 4
S24	0.017 2	0.006 6	0.018 6	0.007 0	0.084 2
S25	0.008 7	0.005 8	0.014 9	0.005 7	0.075 8
S26	0.011 0	0.004 1	0.013 5	0.006 3	0.067 5
S27	0.022 6	0.007 6	0.018 9	0.008 5	0.082 1
平均值	0.014 4	0.005 1	0.014 2	0.005 7	0.068 0

其中 5 个，相似度均大于 0.9，表明各批药材化学成分一致。CA 显示，各批药材聚为 3 类，并且无显著区域性特征，表明除了地理位置大环境外，采集地小环境和后处理方式也会影响其化学成分。PCA 显示，湖南（S18、S19）、印尼（S27）产药材质量更高，即我国华中地区及南亚、东南亚国家产者质量较好。再以 VIP 值>1 为标准，筛选出木犀草苷、芦丁、咖啡酸等 8 种差异性成分。

3.3 含量分析 在 27 批芫蒹子中，绿原酸、咖啡酸、芦丁、金丝桃苷、木犀草苷平均含量分别为 0.014 4%、0.005 1%、0.014 2%、0.005 7%、0.068 0%，即木犀草苷含量最高，由于它作为药材差异性成分可测性强，并且具有抗炎、抗菌、抗氧化等活性^[20-24]，故本实验选择其作为含量测定

2142

指标。再以含量平均值下浮 30% 为下限^[25]，规定芫蒹子中木犀草苷含量不低于 0.048%。

4 结论

本实验结合 HPLC 指纹图谱、化学计量学、含量测定对芫蒹子质量进行评价，该方法简便高效，稳定可靠，并规定木犀草苷含量不低于 0.048%，可为该药材质量控制提供参考依据。

参考文献：

[1] Cha J M, Yoon D, Kim S Y, *et al.* Neurotrophic and anti-neuroinflammatory constituents from the aerial parts of *Coriandrum sativum*[J]. *Bioorg Chem*, 2020, 105: 104443.

[2] 刘香荣, 鲁海波, 朱海泉, 等. 芫蒹的研究进展[J]. 中国调味品, 2012, 37(6): 17-19.

[3] 王珊珊. 芫蒹黄酮的提取、分离纯化及生物活性研究[D]. 哈尔滨: 哈尔滨商业大学, 2014.

[4] Wei J N, Liu Z H, Zhao Y P, *et al.* Phytochemical and bioactive profile of *Coriandrum sativum* L. [J]. *Food Chem*, 2019, 286: 260-267.

[5] Mahleyuddin N N, Moshawih S, Ming L C, *et al.* *Coriandrum sativum* L.: A review on ethnopharmacology, phytochemistry, and cardiovascular benefits[J]. *Molecules*, 2022, 27(1): 209.

[6] 宋 珍. 藏药芫蒹果的化学成分研究[D]. 苏州: 苏州大学, 2017.

[7] Al-Khayri J M, Banadka A, Nandhini M, *et al.* Essential oil from *Coriandrum sativum*: A review on its phytochemistry and biological activity[J]. *Molecules*, 2023, 28(2): 696.

[8] 徐 悦. 芫蒹不同部位精油及水提物的生物活性和应用研究[D]. 南京: 南京师范大学, 2018.

[9] 戴国彪, 姜子涛, 李 荣, 等. 芫蒹籽精油抗氧化能力研究[J]. 食品研究与开发, 2010, 31(8): 8-11.

[10] Soares B V, Morais S M, Ro D S F, *et al.* Antifungal activity, toxicity and chemical composition of the essential oil of *Coriandrum sativum* L. fruits[J]. *Molecules*, 2012, 17(7): 8439-8448.

[11] Eidi M, Eidi A, Saeidi A, *et al.* Effect of *Coriandri Fructus* (*Coriandrum sativum* L.) ethanol extract oninsulin release from pancreatic beta cells in streptozotocin-induced diabetic rats[J]. *Phytother Res*, 2009, 23(3): 404-406.

[12] Heidari B, Sajjadi S E, Minaiyan M. Effect of *Coriandrum sativum* hydroalcoholic extract and its essential oil on acetic acid-induced acute colitis in rats[J]. *Avicenna J Phytomed*, 2016, 6(2): 205-214.

[13] Scandar S, Zadra C, Marcotullio M C. Coriander (*Coriandrum sativum*) polyphenols and their nutraceutical value against obesity and metabolic syndrome[J]. *Molecules*, 2023, 28(10): 4187.

[14] Barbosa D H X, Gondim C R, Silva-Henriques M Q, *et al.* *Coriandrum sativum* L. essential oil obtained from organic

culture shows antifungal activity against planktonic and multi-biofilm *Candida*[J]. *Braz J Biol*, 2023, 83: e264875.

[15] 姜振元, 李 清, 赵龙山, 等. GC 法测定茺菟茎叶中 4 种挥发性成分的含量[J]. 沈阳药科大学学报, 2012, 29(12): 938-941; 980.

[16] Zhan C J, Wang H, Wang Y. Quality evaluation of *Atractylodis Macrocephalae Rhizoma* through fingerprint qualitative analysis and quantitative analysis of multicomponents by single marker [J]. *J Pharm Biomed Anal*, 2022, 219: 114899.

[17] 刘世红, 张红杨, 冯书敏, 等. 基于 UPLC 指纹图谱及多指标成分定量和化学计量学的白前质量评价[J]. 中草药, 2024, 55(22): 7837-7846.

[18] Matsuda R, Sakagami H, Amano S, *et al.* Inhibition of neurotoxicity/anticancer activity of bortezomib by caffeic acid and chlorogenic acid[J]. *Anticancer Res*, 2022, 42 (2): 781-790.

[19] Nguyen Q T, Vo T K H, Le V T, *et al.* Extraction of cynarin and chlorogenic acid from artichoke leaves (*Cynara scolymus* L.) and evaluation of antioxidant activity, antibacterial activity of extract[J]. *Vietnam J Chem*, 2022, 60(5): 571-577.

[20] De S A, Caporali S, Di D N, *et al.* Anti-inflammatory and proliferative properties of luteolin-7-*O*-glucoside [J]. *Int J Mol Sci*, 2021, 22(3): 1321.

[21] Li W F, Wang X, Chen Y Z, *et al.* Luteolin-7-*O*-glucoside promotes macrophage release of IFN- β by maintaining mitochondrial function and corrects the disorder of glucose metabolism during RSV infection[J]. *Eur J Pharmacol*, 2024, 963: 176271.

[22] Maatouk M, Abed B, Bouhlel I, *et al.* Heat treatment and protective potentials of luteolin-7-*O*-glucoside against cisplatin genotoxic and cytotoxic effects[J]. *Environ Sci Pollut Res*, 2020, 27(12): 13417-13427.

[23] Szekalska M, Sosnowska K, Tomczykowa M, *et al.* Tomczyk, *in vivo* anti-inflammatory and anti-allergic activities of cynaroside evaluated by using hydrogel formulations[J]. *Biomed Pharmacother*, 2020, 121: 109681.

[24] Bouyahya A, Taha D, Benali T, *et al.* Natural sources, biological effects, and pharmacological properties of cynaroside [J]. *Biomed Pharmacother*, 2023, 161: 114337.

[25] 廖楠汐, 石德志, 肖莲莲, 等. 基于指标成分测定及指纹图谱模式识别的紫苏叶产地差异性研究[J]. 中草药, 2024, 55(18): 6355-6362.

五加皮奎宁酸成分提取工艺优化及其质量标准建立

杨远贵, 段锦渊, 杨浩东, 许洪波*
[陕西中医药大学, 陕西省中药资源产业化协同创新中心, 秦药特色资源研究开发国家重点实验室(培育), 陕西 咸阳 712046]

摘要: **目的** 优化五加皮奎宁酸成分提取工艺, 并建立其质量标准。 **方法** 在单因素试验基础上, 以甲醇体积分数、料液比、超声时间为影响因素, 提取率为评价指标, Box-Behnken 响应面法优化提取工艺。TLC 法定性鉴别五加皮及其混滑品。建立 HPLC 指纹图谱, 测定绿原酸、1, 3-二咖啡酰奎宁酸、1, 5-二咖啡酰奎宁酸含量, 分析采用 ChromCore AQ C₁₈ 色谱柱 (250 mm×4.6 mm, 5 μ m); 流动相 0.1% 甲酸-甲醇; 体积流量 1.0 mL/min; 柱温 35 $^{\circ}$ C; 检测波长 254 nm。 **结果** 最佳条件为甲醇体积分数 70%、料液比 1 : 30、超声时间 35 min, 提取率为 2.636%。TLC 斑点分离度良好。26 批药材指纹图谱中有 28 个共有峰, 相似度 0.217~0.992。20 批饮片中绿原酸、1, 3-二咖啡酰奎宁酸、1, 5-二咖啡酰奎宁酸平均含量分别为 0.43、0.31、0.36 mg/g, 总平均含量为 1.10 mg/g。 **结论** 该方法稳定可靠, 可用于鉴别五加皮及其混滑品, 从而评价该药材质量。

关键词: 五加皮; 奎宁酸; 提取工艺; 质量标准; Box-Behnken 响应面法; TLC; HPLC 指纹图谱

中图分类号: R282 **文献标志码:** A **文章编号:** 1001-1528(2026)07-2143-09

doi:10.3969/j.issn.1001-1528.2026.07.002

收稿日期: 2025-10-12
基金项目: 国家自然科学基金 (81603284)
作者简介: 杨远贵 (1992—), 男, 博士, 副教授, 研究方向为中药活性成分及其质量标准。E-mail: ygyang2015@sntcm.edu.cn
* 通信作者: 许洪波 (1987—), 男, 博士, 教授, 研究方向为中药药效物质基础。E-mail: xhb2005@sntcm.edu.cn