

- [19] 杨昱斌, 范欣生, 周丽萍, 等. 桑白皮及其相关方剂治疗呼吸系统疾病的研究进展[J]. 中国实验方剂学杂志, 2022, 28(19): 241-249.
- [20] 邱明鸣, 朱育凤, 倪昌荣. 高效液相色谱法同时测定前胡药材中白花前胡甲素和白花前胡乙素含量[J]. 中国药业, 2022, 31(11): 70-73.
- [21] 张嘉欣, 朱 珠, 孙念霞, 等. 桑白皮化学成分、药理作用研究进展及其质量标志物预测[J]. 中草药, 2025, 56(9): 3340-3353.
- [22] 王 苗, 周德来, 许晓辉, 等. UPLC-MS/MS法同时测定桑白皮中11种成分的含量[J]. 中成药, 2024, 46(10): 3207-3212.

基于 HPLC 指纹图谱、含量测定和化学模式识别评价卷丹质量

龚秀娟¹, 刘泽湘¹, 蒋林芳¹, 杨康怡¹, 姜 晓¹, 王志辉¹, 童巧珍^{1,2,3*}

(1. 湖南中医药大学药学院, 湖南长沙 410208; 2. 湘产大宗道地药材种质资源及规范化种植重点研究室, 湖南长沙 410208; 3. 湖南省普通高等学校中药现代化研究重点实验室, 湖南长沙 410208)

摘要: 目的 评价卷丹质量。方法 建立 HPLC 指纹图谱。以王百合苷 A 为内标, 计算王百合苷 E、阿魏酸、王百合苷 B 相对校正因子, 一测多评法测定其含量。再进行聚类分析、主成分分析、正交偏最小二乘判别分析。结果 27 批样品指纹图谱中有 11 个共有峰, 相似度 0.894~1.000, 指出 4 个。4 种成分在各自范围内线性关系良好 ($R^2 \geq 0.9990$), 平均加样回收率 80.88%~107.34%, RSD 0.46%~4.80%, 一测多评法所得结果与外标法接近。各批样品聚为 3 类, 3 个主成分累积方差贡献率为 76.081%, 王百合苷 A、王百合苷 E、阿魏酸、王百合苷 B 为质量差异标志物。结论 该方法稳定灵敏, 可为综合评价卷丹质量提供参考。

关键词: 卷丹; 质量评价; HPLC 指纹图谱; 含量测定; 聚类分析; 主成分分析; 正交偏最小二乘判别分析; 一测多评

中图分类号: R282 文献标志码: A 文章编号: 1001-1528(2026)03-0733-07

doi: 10.3969/j.issn.1001-1528.2026.03.004

Quality evaluation of *Lilium lancifolium* based on HPLC fingerprints, content determination and chemical pattern recognition

GONG Xiu-juan¹, LIU Ze-xiang¹, JIANG Lin-fang¹, YANG Kang-yi¹, JIANG Xiao¹,
WANG Zhi-hui¹, TONG Qiao-zhen^{1,2,3*}

(1. College of Pharmacy, Hunan University of Chinese Medicine, Changsha 410208, China; 2. Key Research Laboratory for Germplasm Resources and Standardized Planting of Genuine Regional Medicinal Materials Produced in Hunan Province, Changsha 410208, China; 3. Key Laboratory for Modernization Research of Traditional Chinese Medicines in Ordinary Higher Education Institutions of Hunan Province, Changsha 410208, China)

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

卷丹为 2025 年版《中国药典》收载的药用百合基原之一, 具有养阴润肺、清心安神等功效^[1], 近年来随着市场需求增加, 其种植区域扩展至我国

多个省份, 但因地理环境、栽培技术、采收加工方法各异, 不同产地该药材在外观性状、化学成分、药效活性等方面差异显著^[2], 市售品质量参差不

收稿日期: 2025-10-28

基金项目: 国家中药材产业技术体系食用百合龙山综合试验站资助项目 (CARS-21); “刘良院士工作站” 指导项目 (25YS002); 湖南省教育厅大学生创新项目 (2024CX177)

作者简介: 龚秀娟 (2000—), 女, 硕士, 研究方向为中药资源质量评价与开发利用。E-mail: 1324583462@qq.com

* 通信作者: 童巧珍 (1972—), 女, 博士, 教授, 博士生导师, 研究方向为中药栽培及其资源质量评价。E-mail: 410849649@qq.com

齐,严重影响其临床应用的安全性和有效性。它含有皂苷、黄酮、生物碱、多糖等成分^[3-5],其中皂苷具有抗抑郁、抗肿瘤等功效^[6-9],酚酸具有抗癌、免疫调节等功效^[10-11]。目前,卷丹质量评价大多聚焦指纹图谱及少数成分含量测定^[12],难以全面反映该药材质量,故亟须开展质量评价研究。

指纹图谱结合化学模式识别在中药质量控制、差异标志物筛选等领域中应用广泛,可高效科学地评估中药整体质量^[13]。一测多评法通过内标来计算其他成分相对校正因子,从而实现多成分含量同时测定^[14-15]。本实验建立卷丹 HPLC 指纹图谱,一测多评法同时测定王百合苷 A、B、E 及阿魏酸的含量,并进行化学模式识别,旨在为进一步健全该药材质量控制方法提供理论支持。

1 材料

1.1 仪器 Agilent 1260 型高效液相色谱仪(美国 Agilent 公司);SB25-12DT 型超声波清洗器(宁波新芝生物科技股份有限公司);YF500 型多功能粉碎机、ECO-S15 型超纯水仪(瑞安市永历制药机械有限公司);ME204E/02 型(万分之一)、XSR205DU/A 型(百万分之一)电子天平(瑞士梅特勒-托利多公司)。

1.2 试剂 王百合苷 A(批号 PS012247)、王百合苷 B(批号 PS012220)、王百合苷 E(批号 PSD250226-890)、阿魏酸(批号 PS012244)对照品均购于成都普思生物科技有限公司。乙腈、甲醇、磷酸均为色谱纯(德国 Merck 公司)。

1.3 药材 卷丹共 27 批,于 2024 年 7 月至 2024 年 8 月采自湖南、江苏宜兴、四川彭州、湖北恩施,经湖南中医药大学童巧珍教授鉴定为正品,根据其鳞片大小置于沸腾蒸锅中蒸 3~5 min,再置于 50℃ 恒温烘箱中烘干,粉碎机粉碎,过筛,密封冷藏,保存于湖南中医药大学药学院中药资源课题组,具体见表 1。

2 方法与结果

2.1 供试品溶液制备 取药材粉末(过 6 号筛)约 1 g,精密称定,置于具塞锥形瓶中,加入 10 mL 60% 甲醇,称定质量,在 350 W、30℃ 下超声提取 40 min,冷却,60% 甲醇补充缺失的质量,摇匀,0.45 μm 微孔滤膜过滤,取续滤液,即得。

2.2 对照品溶液制备 取王百合苷 A、王百合苷 B、王百合苷 E、阿魏酸对照品适量,置于 10 mL 量瓶中,甲醇制成质量浓度分别为 1.483、1.488、1.055、0.275 mg/mL 的储备液,分别精密吸取

表 1 卷丹信息

Tab. 1 Information of *L. lancifolium*

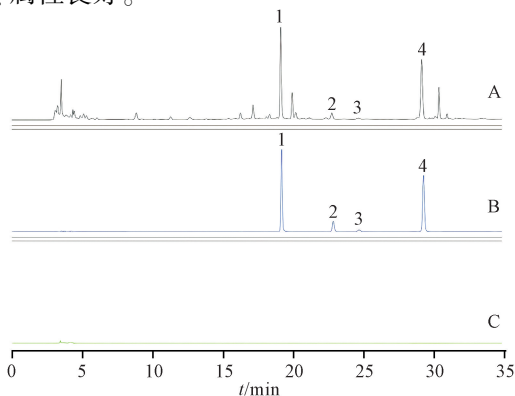
编号	产地	编号	产地
S1	江苏省宜兴市湖父村 1	S15	湖南省湘西龙山桂英村
S2	江苏省宜兴市湖父村 2	S16	湖南省湘西龙山桃兴村
S3	江苏省宜兴市核心村 1	S17	湖南省湘西龙山中池村
S4	江苏省宜兴市核心村 2	S18	湖南湘西龙山洗洛镇小河村
S5	四川省彭州市 1	S19	湖南省湘西龙山玉河村
S6	四川省彭州市 2	S20	湖南省湘西永顺县松柏镇
S7	四川省彭州市 3	S21	湖南省湘西永顺大井村
S8	四川省彭州市 4	S22	湖南省湘西古丈张家坡村
S9	湖北省恩施上洞村	S23	湖南省湘西吉首毛坪村
S10	湖北省恩施板栗园	S24	湖南省岳阳平江南江桥
S11	湖南省湘西州龙山县上母村	S25	湖南省岳阳显高村
S12	湖南省湘西州龙山县白岩洞村	S26	湖南省长沙市岳麓区含浦
S13	湖南省湘西州龙山县青艾村	S27	湖南省湘乡金石镇金石村
S14	湖南省湘西州龙山县欧溪村		

9、8.5、5、1 mL,甲醇稀释成质量浓度分别为 0.528、0.506、0.201、0.011 mg/mL 的溶液,即得。

2.3 色谱条件 Waters Sun fire C₁₈ 色谱柱(250 mm×4.6 mm, 5 μm);流动相乙腈(A)-0.1% 磷酸(B),梯度洗脱(0~15 min, 6%~12% A; 15~20 min, 12%~18% A; 20~28 min, 18% A; 28~35 min, 18%~40% A; 35~40 min, 40%~70% A);体积流量 0.8 mL/min;柱温 25℃;检测波长 15 min 前 220 nm, 15 min 后 310 nm;进样量 10 μL。

2.4 HPLC 指纹图谱建立

2.4.1 专属性试验 精密吸取“2.1”项下对照品、供试品(S1)溶液及空白溶剂适量,在“2.3”项色谱条件下进样测定,结果见图 1。由此可知,各成分分离度理想,空白无干扰,表明该方法专属性良好。



注: A~C 分别为供试品、对照品、空白溶剂。

1. 王百合苷 A 2. 王百合苷 E 3. 阿魏酸 4. 王百合苷 B
1. regaloside A 2. regaloside E 3. ferulic acid 4. regaloside B

图 1 各成分 HPLC 色谱图

Fig. 1 HPLC chromatograms of various constituents

2.4.2 精密度试验 取“2.1”项下供试品溶液适量，在“2.3”项色谱条件下进样测定6次，选择峰面积大、峰位稳定的王百合苷 A（峰7）作为参照，测得各共有峰相对保留时间、相对峰面积RSD分别为0.01%~0.12%、0.24%~3.04%，表明仪器精密度良好。

2.4.3 重复性试验 取同一批药材（S1）6份，按“2.1”项下方法制备供试品溶液，在“2.3”项色谱条件下进样测定，以王百合苷 A 为参照，测得各共有峰相对保留时间、相对峰面积RSD分别为0.02%~0.28%、0.39%~3.89%，表明该方法重复性良好。

2.4.4 稳定性试验 取同一批药材（S1），按“2.1”项下方法制备供试品溶液，于0、2、4、8、12、24 h在“2.3”项色谱条件下进样测定，以王百合苷 A 为参照，测得各共有峰相对保留时间、相对峰面积RSD分别为0.04%~0.36%、0.39%~3.66%，表明溶液在24 h内稳定性良好。

2.4.5 图谱生成 采用“中药色谱指纹图谱相似度评价系统”（2012A版），以S1为参照，经多点校正及色谱峰自动匹配生成指纹图谱，见图2~3，发现11个共有峰，指认出4个。再计算相似度，结果见表2，可知除S22为0.894外，其余26批药材均在0.9以上，表明其质量总体稳定，但各成分含量存在较大差异。

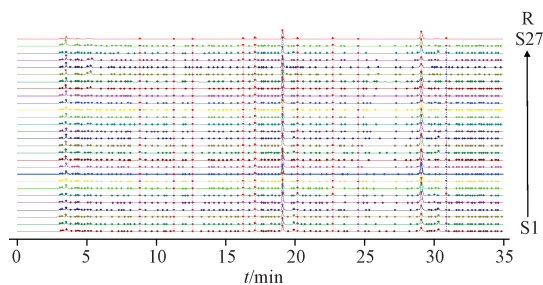


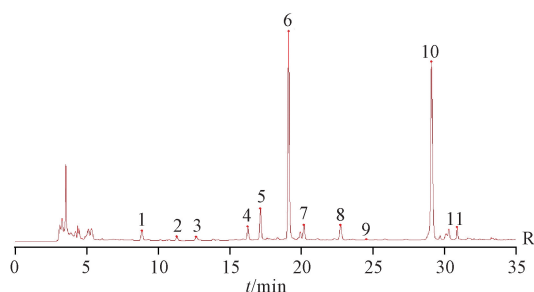
图2 27批卷丹HPLC指纹图谱

Fig. 2 HPLC fingerprints for 27 batches of *L. lancifolium*

2.5 化学模式识别

2.5.1 聚类分析 将共有峰峰面积导入SPSS 26.0软件进行分析，结果见图4。由此可知，当欧式平方距离为15时，27批样品聚为3类，S1~S4为第I类，S5~S7为第II类，S9~S27为第III类，表明不同产地药材存在一定差异。

2.5.2 主成分分析（PCA） 为了验证聚类结果准确性，将共有峰峰面积导入Origin 2022软件进行分析，发现27批药材分为3类，第1类S1~S4，第2类S5~S7，第3类S9~S27，与聚类分析一致，



6. 王百合苷 A 8. 王百合苷 E 9. 阿魏酸 10. 王百合苷 B
6. regaloside a 8. regaloside E 9. ferulic acid 10. regaloside B

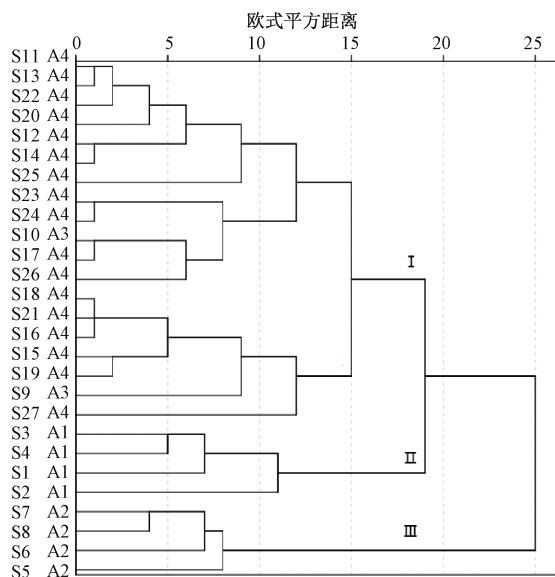
图3 卷丹对照图谱

Fig. 3 Reference chromatogram of *L. lancifolium*

表2 27批卷丹相似度

Tab. 2 Similarities of 27 batches of *L. lancifolium*

编号	相似度	编号	相似度
S1	0.989	S15	1.000
S2	0.996	S16	1.000
S3	0.987	S17	0.998
S4	0.998	S18	0.999
S5	0.997	S19	0.995
S6	0.987	S20	1.000
S7	0.985	S21	1.000
S8	0.997	S22	0.894
S9	0.987	S23	0.912
S10	0.989	S24	0.967
S11	0.995	S25	0.996
S12	0.990	S26	0.993
S13	0.991	S27	1.000
S14	0.997		



注：A1~A4 分别为江苏、四川、湖北、湖南产地。

图4 27批卷丹聚类分析图

Fig. 4 Cluster analysis plot of 27 batches of *L. lancifolium*

得分图见图5。表3~4显示,3个主成分累积方差贡献率为76.081%,其中未知成分6、阿魏酸、王百合苷E、未知成分4、未知成分3、未知成分7、未知成分5对主成分1贡献较大,王百合苷A、王百合苷B、未知成分4对主成分2贡献较大,未知成分1对主成分3贡献较大。

2.5.3 正交偏最小二乘判别分析(OPLS-DA) 为了验证组间分类质量差异,通过SIMCA 14.1软件进行分析,发现 R^2X 为0.643, R^2Y 为0.721, Q^2 为0.604,均大于0.5,表明模型预测能力良好。由图6可知,27批药材分为3类,与聚类分

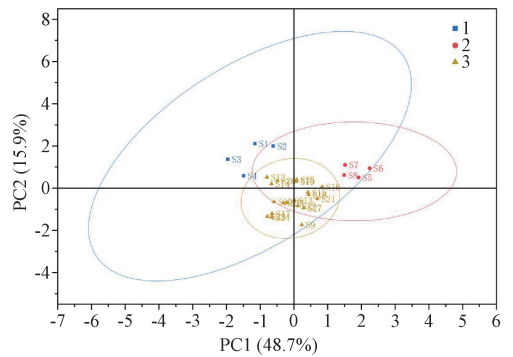


图5 27批卷丹PCA得分图

Fig. 5 PCA score plot for 27 batches of *L. lancifolium*

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	初始特征值			提取载荷平方和		
	总计	方差贡献率/%	累积方差贡献率/%	总计	方差贡献率/%	累积方差贡献率/%
1	5.358	48.705	48.705	5.358	48.705	48.705
2	1.746	15.870	64.575	1.746	15.870	64.575
3	1.259	11.442	76.018	1.259	11.442	76.018

表4 初始因子载荷矩阵

Tab. 4 Loading matrices for initial factors

峰号	成分	载荷		
		主成分1	主成分2	主成分3
1	未知成分6	0.928	0.254	-0.112
2	阿魏酸	0.887	-0.095	0.200
3	王百合苷E	0.856	0.182	0.107
4	未知成分4	0.829	0.221	0.232
5	未知成分3	0.799	0.400	-0.206
6	未知成分7	0.754	0.252	-0.223
7	未知成分5	0.726	-0.258	0.368
8	王百合苷A	-0.401	0.830	-0.079
9	王百合苷B	0.542	-0.696	-0.259
10	未知成分2	0.277	-0.354	-0.179
11	未知成分1	-0.149	0.036	0.899
12	未知成分4	0.158	0.807	-0.215

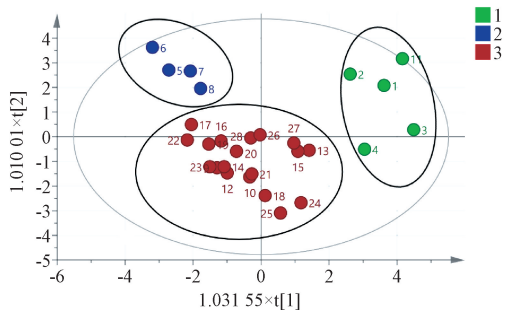


图6 27批卷丹OPLS-DA得分图

Fig. 6 Score plot for OPLS-DA of 27 batches of *L. lancifolium*

析、PCA一致。再以VIP值>1为标准筛选出4个质量差异标志物,分别为王百合苷A、王百合苷

B、王百合苷E、阿魏酸,其含量在不同产地药材中差异较大,见图7。

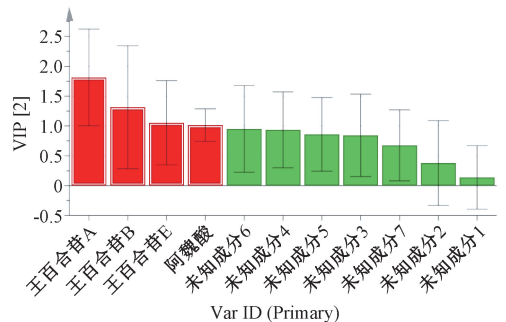


图7 质量差异标志物VIP值

Fig. 7 VIP values of quality differential markers

2.6 含量测定 采用一测多评法。

2.6.1 线性关系考察 分别精密吸取“2.2”项下对照品溶液0.25、0.5、1、1.5、2、2.5、3、3.75 mL,置于5 mL量瓶中,甲醇定容,制成系列质量浓度,分别吸取10 μL,在“2.3”项色谱条件下进样测定。以对照品进样量为横坐标(X),峰面积为纵坐标(Y)进行回归,并以信噪比(S/N)10:1为定量限,3:1为检出限,结果见表5,可知各成分在各自范围内线性关系良好。

2.6.2 日内精密度试验 取“2.1”项下供试品溶液适量,同一天内在“2.3”项色谱条件下进样测定6次,测得王百合苷A、王百合苷E、阿魏酸、王百合苷B含量RSD分别为0.38%、0.34%、1.54%、0.20%,表明仪器日内精密度良好。

表5 各成分线性关系

Tab. 5 Linear relationships of various constituents

成分	回归方程	R ²	线性范围/mg	定量限/ng	检出限/ng
王百合苷 A	Y=4 473 468X+184 604	0.999 7	0.528~3.960	0.242	0.013
王百合苷 E	Y=798 466X+65 581	0.999 0	0.506~3.795	1.162	0.232
阿魏酸	Y=7 572 474X-9 118.5	0.999 2	0.011~0.082 5	3.357	0.670
王百合苷 B	Y=10 372 361X+181 896	0.999 0	0.201~1.507 5	1.175	0.234

2.6.3 日间精密度试验 取“2.1”项下供试品溶液适量，每天在“2.3”项色谱条件下进样测定6次，连续3 d，测得王百合苷 A、王百合苷 E、阿魏酸、王百合苷 B 含量 RSD 分别为 0.56%、0.63%、3.75%、0.63%，表明仪器日间精密度良好。

2.6.4 重复性试验 取药材 (S1) 6 份，按“2.1”项下方法平行制备 6 份供试品溶液，在“2.3”项色谱条件下进样测定，测得王百合苷 A、王百合苷 E、阿魏酸、王百合苷 B 含量 RSD 分别为 1.43%、3.18%、3.87%、1.21%，表明该方法重复性良好。

2.6.5 稳定性试验 取药材 (S1) 适量，按“2.1”项下方法制备供试品溶液，于 0、2、4、8、12、24 h 在“2.3”项色谱条件下进样测定，测得王百合苷 A、王百合苷 E、阿魏酸、王百合苷 B 含量 RSD 分别为 0.44%、0.65%、3.67%、0.36%，表明溶液在 24 h 内稳定性良好。

2.6.6 加样回收率试验 精密称取各成分含量已知的同一批药材粉末 0.5 g，共 6 份，按 100% 水平加入对照品，按“2.1”项下方法制备供试品溶液，在“2.3”项色谱条件下进样测定，计算回收率。结果，王百合苷 A、王百合苷 E、阿魏酸、王百合苷 B 平均加样回收率分别为 80.88%、107.34%、

93.58%、99.45%，RSD 分别为 0.46%、4.06%、3.90%、4.80%。

2.6.7 相对校正因子计算 取“2.2”项下对照品溶液适量，在“2.3”项色谱条件下分别进样 2、4、6、8、10、12 μL 测定，以含量较高的王百合苷 A 为内标，计算其他 3 种成分相对校正因子 $f_{k/s}$ ，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 6。

表6 各成分相对校正因子

Tab. 6 Relative correction factors of various constituents

进样量/ μL	相对校正因子(内标王百合苷 A)		
	$f_{\text{王百合苷A/王百合苷E}}$	$f_{\text{王百合苷A/阿魏酸}}$	$f_{\text{王百合苷A/王百合苷B}}$
2	2.137 5	0.604 1	1.080 7
4	2.099 3	0.592 0	1.061 3
6	2.048 1	0.578 5	1.045 7
8	1.989 5	0.559 4	1.028 7
10	2.035 5	0.560 5	1.028 1
12	2.043 0	0.557 6	1.032 9
平均值	2.058 8	0.575 4	1.046 2
RSD/%	2.527 1	3.387 3	2.020 2

2.6.8 耐用性试验 取“2.2”项下对照品溶液适量，在“2.3”项色谱条件下进样测定，分别考察不同柱温、体积流量、色谱柱对相对校正因子的影响，结果见表 7，可知均无明显影响 (RSD<3.6%)。

表7 耐用性试验结果

Tab. 7 Results for durability tests

参数	数值	$f_{\text{王百合苷A/王百合苷E}}$	$f_{\text{王百合苷A/阿魏酸}}$	$f_{\text{王百合苷A/王百合苷B}}$
柱温/℃	20	1.973 3	0.544 2	1.049 7
	25	1.978 3	0.540 5	0.991 4
	30	1.975 2	0.533 4	0.963 8
	35	1.936 1	0.520 3	0.985 5
体积流量/(mL·min ⁻¹)	0.7	1.970 9	0.536 3	0.971 1
	0.8	1.975 2	0.533 4	0.963 8
	0.9	1.976 0	0.524 2	0.947 7
	1.0	1.980 0	0.526 3	0.947 3
色谱柱	Waters Sun fire C ₁₈ 色谱柱	2.035 5	0.560 5	1.028 1
	Agilent 5 TC-C ₁₈ 色谱柱	2.039 0	0.567 2	1.015 8
	平均值	1.983 9	0.538 6	0.986 4
	RSD/%	1.551 5	2.827 8	3.531 6

2.6.9 样品含量测定 取27批药材粉末,按“2.1”项下方法制备供试品溶液,在“2.3”项色谱条件下进样测定,分别采用外标法和一测多评法计算含量,并通过SPSS 20.0软件进行*t*检验,结果见

表8。由此可知,2种方法所得结果无显著差异 [$P>0.05$,相对偏差(RE) $\pm 5\%$],表明一测多评法准确可行,可用于质量评价。

表8 各成分含量测定结果(%, $n=3$)

Tab. 8 Results for content determination of various constituents(%, $n=3$)

编号	王百合苷 A	王百合苷 E			阿魏酸			王百合苷 B		
		外标法	一测多评法	RE	外标法	一测多评法	RE	外标法	一测多评法	RE
S1	1.257 0	0.648 4	0.620 8	4.26	0.014 2	0.014 8	-4.23	0.499 5	0.475 0	4.90
S2	1.280 7	0.844 8	0.843 1	0.20	0.014 3	0.014 3	0	0.564 6	0.564 8	-0.04
S3	1.180 8	0.464 6	0.466 6	-0.43	0.016 4	0.016 4	0	0.435 3	0.435 7	-0.09
S4	1.171 3	0.647 9	0.648 2	-0.05	0.008 9	0.008 9	0	0.558 4	0.558 8	-0.07
S5	2.335 9	1.387 5	1.421 1	-2.42	0.005 4	0.004 9	9.26	1.345 0	1.343 7	0.10
S6	2.558 3	2.796 3	2.794 0	0.08	0.013 5	0.013 4	0.74	1.682 7	1.682 2	0.03
S7	1.955 8	2.402 5	2.431 4	-1.20	0.006 0	0.006 1	-1.67	1.373 0	1.377 2	-0.31
S8	1.797 6	0.952 9	0.954 7	-0.19	0.005 0	0.005 0	0	1.053 9	1.055 1	-0.11
S9	2.109 3	0.746 0	0.746 9	-0.12	0.005 2	0.004 6	11.54	1.445 3	1.446 9	-0.11
S10	2.563 1	0.509 8	0.493 9	3.12	0.002 3	0.002 3	0	0.979 0	0.979 6	-0.06
S11	2.221 8	1.097 1	1.102 4	-0.48	0.004 6	0.004 6	0	1.333 2	1.336 1	-0.22
S12	0.937 9	0.629 4	0.605 8	3.75	0.030 6	0.030 5	0.33	0.452 9	0.455 7	-0.62
S13	2.159 3	1.206 1	1.206 7	-0.05	0.003 9	0.003 9	0.00	1.401 5	1.402 7	-0.09
S14	1.138 7	0.471 0	0.490 8	-4.20	0.015 5	0.015 9	-2.58	0.604 1	0.605 4	-0.22
S15	2.148 6	1.028 9	1.039 6	-1.04	0.004 1	0.004 2	-2.44	1.049 0	1.049 6	-0.06
S16	2.304 5	1.283 0	1.283 2	-0.02	0.004 8	0.004 7	2.08	1.176 1	1.176 6	-0.04
S17	2.132 0	0.727 6	0.728 0	-0.05	0.001 8	0.001 8	0	0.998 0	0.998 1	-0.01
S18	2.228 7	1.202 8	1.193 9	0.74	0.004 1	0.004 1	0	1.205 4	1.205 8	-0.03
S19	1.765 8	0.876 1	0.876 6	-0.06	0.004 4	0.004 4	0	0.907 2	0.907 5	-0.03
S20	1.870 7	1.221 8	1.220 9	0.07	0.002 0	0.002 0	0	1.131 4	1.132 5	-0.10
S21	2.573 2	1.321 0	1.322 7	-0.13	0.004 4	0.004 4	0	1.245 8	1.247 4	-0.13
S22	2.410 3	1.081 1	1.083 6	-0.23	0.003 4	0.003 5	-2.94	1.236 4	1.237 0	-0.05
S23	2.587 3	0.137 7	0.137 3	0.29	0.002 0	0.002 0	0	0.462 0	0.462 6	-0.13
S24	2.689 5	0.064 4	0.061 6	4.40	0.001 9	0.001 9	0	0.539 5	0.539 7	-0.04
S25	0.962 0	1.561 5	1.564 0	-0.16	0.003 9	0.003 9	0	0.348 0	0.348 5	-0.14
S26	1.372 7	0.677 6	0.669 8	1.15	0.011 8	0.011 8	0	0.813 2	0.813 2	0
S27	1.881 1	2.332 1	2.320 9	0.48	0.022 4	0.022 5	-0.45	0.874 9	0.874 6	0.03

再将表8结果导入Origin软件,绘制箱线图,见图8。由此可知,王百合苷A(图8A)含量在湖北产药材中最高,其次在四川、湖南产者中,在江苏产者中最低;四川产药材中王百合苷B(图8B)、王百合苷E(图8C)含量最高,特别是S9;不同产地药材中阿魏酸(图8D)含量差异明显,以江苏产者最高,其次为四川产者,湖北、湖南产者最低。

3 讨论

3.1 指标成分选择 27批卷丹HPLC指纹图谱中有11个共有峰,指认出其中4个,分别为王百合苷A、王百合苷B、王百合苷E、阿魏酸。前期报道,王百合苷A、王百合苷B、王百合苷E具有抗抑郁^[16]、镇静催眠^[17]作用,而阿魏酸具有抑制肿瘤活性^[18]、抗氧化^[19]作用,四者均与卷丹清心安

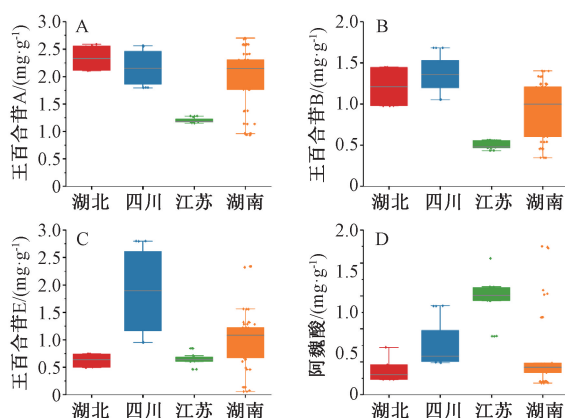


图8 各成分含量箱线图

Fig. 8 Box plots for contents of various constituents

神、养阴、滋润养颜功效相符,可能与后者药理活性密切相关,故本实验选择其进行含量测定。

3.2 化学模式识别 王百合苷 A、王百合苷 B、王百合苷 E、阿魏酸对卷丹质量稳定性贡献度较大,其含量差异是 27 批药材聚为 3 类的主要原因,可反映其基本特征。另外,不同产地卷丹所含成分的含量存在显著差异,可能与种植方式、环境条件等因素有关。因此,可从种植、采收入手对卷丹进行质量控制,规范其产地种植、采收时间,建立统一的加工标准,从而进一步提高其稳定性。

3.3 含量测定分析 王百合苷 A、王百合苷 B、王百合苷 E、阿魏酸含量差异显著,其中王百合苷 A 最高,其次为王百合苷 E、B,阿魏酸最低,与前期报道相符^[20-22]。结合箱线图可知,不同产地卷丹中上述 4 种成分含量存在显著差异,可能与产地气候(如温度、相对湿度)、土壤成分有关,其中湖南、湖北产者(S9~S27)虽然分布较广,但成分含量集中,提示两地药材栽培条件相近,进一步表明地理环境对其质量有直接影响。

4 结论

本实验建立卷丹 HPLC 指纹图谱,一测多评法测定王百合苷 A、王百合苷 B、王百合苷 E、阿魏酸的含量,并进行化学模式识别,上述综合评价方法能较全面地反映该药材质量,为其质量控制研究提供了理论依据。

参考文献:

[1] 国家药典委员会. 中华人民共和国药典: 2025 年版一部[S]. 北京: 中国医药科技出版社, 2025: 141.

[2] Ardakani S N, Rahimi R, Mehrabian A, et al. Ecological modeling of climate change effects on priority species of the Liliaceae family in Iran[J]. *Int J Environ Sci Te*, 2025, 22(8): 6435-6450.

[3] Zhou J, An R F, Huang X F. Genus *Lilium*: A review on traditional uses, phytochemistry and pharmacology[J]. *J Ethnopharmacol*, 2021, 270: 113852.

[4] 侯超文, 石雨荷, 朱 珏, 等. 药用百合的产地演变及种质资源多样性研究进展[J]. *世界中医药*, 2025, 20(1): 148-154.

[5] 郭静英, 王楷睿, 龚文慧, 等. 百合的炮制历史沿革、化学成分及药理作用研究进展[J]. *中华中医药杂志*, 2025, 40(3): 1327-1336.

[6] 张永莉, 陈清智, 耿文慧, 等. 百合皂苷类化学成分提取及药理活性研究进展[J]. *亚热带植物科学*, 2022, 51(3): 233-240.

[7] Zhou J X, Zhao X M, An R F, et al. Four new steroidal glycosides from *Lilium lancifolium* Thunb. and their antitumor

activity[J]. *Fitoterapia*, 2024, 173: 105808.

[8] Luo L M, Qin L, Pei G, et al. Advances in studies on steroidal saponins and their pharmacological activities in genus *Lilium*[J]. *China J Chin Mater Med*, 2018, 43(7): 1416-1426.

[9] 王子洋, 李荣琛, 黄晓露, 等. 大百合鳞茎中王百合苷分布特性与网络药理学分析[J]. *广西林业科学*, 2024, 53(5): 554-566.

[10] 张君成, 刘馨瑶, 马雪宁, 等. 百合药理作用的研究进展[J]. *辽宁中医药大学学报*, 2025, 27(12): 161-165.

[11] 于 鑫, 李润根. 百合鳞茎中酚类化合物及药理活性研究进展[J]. *昆明学院学报*, 2023, 45(6): 44-54.

[12] 于沛沛, 汪明磊, 熊绍军, 等. 越冬地表覆盖对卷丹生长特性与多糖含量的影响[J]. *作物研究*, 2025, 39(2): 116-121.

[13] 龚秀娟, 彭 亮, 陈晓颖, 等. HPLC 指纹图谱和多成分定量结合化学模式识别评价蜜款冬花质量[J]. *中草药*, 2024, 55(18): 6344-6354.

[14] Wang X, Liu X T, Wang J H, et al. Study on multiple fingerprint profiles control and quantitative analysis of multi-components by single marker method combined with chemometrics based on Yankening tablets[J]. *Spectrochim Acta A Mol Biomol Spectrosc*, 2021, 253: 119554.

[15] Zhang R T, Qing W W, Yang L, et al. Fingerprint combining with quantitative analysis of multi-components by single marker for quality control of Chenxiang Huaqi tablets[J]. *Phytochem Anal*, 2022, 33(3): 335-343.

[16] 潘文超, 潘 瑾, 薛晓燕, 等. 百合地黄汤现代方化学成分研究[J]. *时珍国医国药*, 2021, 32(8): 1884-1888.

[17] Si Y P, Wang L L, Lan J X, et al. *Lilium davidii* extract alleviates *p*-chlorophenylalanine-induced insomnia in rats through modification of the hypothalamic-related neurotransmitters, melatonin and homeostasis of the hypothalamic-pituitary-adrenal axis[J]. *Pharm Biol*, 2020, 58(1): 915-924.

[18] 李 玲, 刘湘丹, 詹济华, 等. 卷丹百合化学成分抗肿瘤活性研究[J]. *湖南中医药大学学报*, 2018, 38(10): 1133-1136.

[19] 李 诺, 张桂芳, 毛 健, 等. 基于 Caco-2 细胞模型的大米-苦荞多酚消化物抗氧化作用研究[J]. *中国粮油学报*, 2025, 40(5): 64-71.

[20] 代 琪, 杨海媚, 李林珍, 等. 不同品种百合的化学成分及药理作用研究进展[J]. *中国药物评价*, 2024, 41(6): 459-463.

[21] 付 钰, 王碧莹, 张欣亚, 等. 基于 UPLC-Q TOF MS 联合多元统计分析及分子网络的百合及卷丹化学成分差异性研究[J]. *药物分析杂志*, 2024, 44(10): 1699-1712.

[22] 陈敏敏, 杨云尧, 韩 焯, 等. 15 份百合鳞茎营养及活性成分的综合分析[C]//中国球宿根花卉研究进展 2024. 呼和浩特: 中国园艺学会球宿根花卉分会, 2024: 116-117.