

含量测定[J]. 中医学报, 2015, 30(5): 706-707.

[13] 黄 靖, 陈 婵, 黄晓梅. 建佛手总黄酮的超声波提取工艺优化及抗氧化分析[J]. 中国农学通报, 2021, 37(7): 126-131.

[14] 谢佳瑶, 朱慧慧, 闫璐娜, 等. 响应面法优化酸枣叶中总黄酮提取工艺及其不同品种不同部位含量差异分析[J]. 粮食与油脂, 2024, 37(9): 124-128.

[15] 任美燕. 响应面优化百香果果皮黄酮提取工艺[J]. 粮食与食品工业, 2022, 29(1): 26-30.

[16] 姜鹏程, 陆晔晗, 常芮宁, 等. 当归藤总黄酮超声提取工艺优化[J]. 中成药, 2023, 45(12): 4081-4085.

[17] 张宽朝, 徐晨阳, 余佳琪, 等. 牡蒿总黄酮的提取、纯化及抗氧化活性分析[J]. 天然产物研究与开发, 2023, 35(2): 281-290.

[18] 田建华, 张春媛, 魏 璐. 沙棘果渣总黄酮提取工艺优化及抗氧化活性研究[J]. 天然产物研究与开发, 2021, 33(1): 65-72.

[19] 李 莉, 张 赛, 何 强, 等. 响应面法在试验设计与优化中的应用[J]. 实验室研究与探索, 2015, 34(8): 41-45.

[20] Sharma O P, Bhat T K. DPPH antioxidant assay revisited[J].

*Food Chem*, 2009, 113(4): 1202-1205.

[21] Deseo M A, Elkins A, Rochfort S, *et al.* Antioxidant activity and polyphenol composition of sugarcane molasses extract[J]. *Food Chem*, 2020, 314: 126180.

[22] 郭 瑞, 李 垚, 王 萍. 三种龙葵果提取物的体外抗氧化及抗炎活性评价[J]. 现代食品科技, 2020, 36(2): 94-101.

[23] 黄 云, 胡建安. 黄酮类化合物对脂氧合酶活性的影响及其生物学作用[J]. 中国药理学与毒理学杂志, 2009, 23(6): 490-496.

[24] 吴 晨, 高 燕, 马旭冉, 等. 凌霄花化学成分及药理作用研究进展[J]. 中国现代中药, 2025, 27(7): 1365-1378.

[25] Chemat F, Rombaut N, Sicaire A G, *et al.* Ultrasound assisted extraction of food and natural products. Mechanisms, techniques, combinations, protocols and applications. A review[J]. *Ultrason Sonochem*, 2017, 34: 540-560.

[26] Thilakarathna R C N, Siow L F, Tang T K, *et al.* Physicochemical and antioxidative properties of ultrasound-assisted extraction of mahua (*Madhuca longifolia*) seed oil in comparison with conventional Soxhlet and mechanical extractions[J]. *Ultrason Sonochem*, 2023, 92: 106280.

乳核饮提取工艺优化

江漪冉<sup>1,2</sup>, 魏子轩<sup>1,2</sup>, 邵孟其<sup>1,2</sup>, 黄亚威<sup>1,2</sup>, 张先林<sup>1,2</sup>, 刘史佳<sup>1,2\*</sup>, 吴 磊<sup>1,2,3\*</sup>  
(1. 南京中医药大学附属医院, 江苏 南京 210029; 2. 南京中医药大学第一临床医学院, 江苏 南京 210029; 3. 南京中医药大学附属医院中药制剂实验室, 江苏 南京 210029)

**摘要:** **目的** 优化乳核饮提取工艺。**方法** 在单因素试验基础上, 以浸泡时间、加水量、煎煮时间为影响因素, 没食子酸、绿原酸、马钱苷、芍药苷、阿魏酸、菊苣酸、淫羊藿苷含量及出膏率为评价指标, 层次分析法 (AHP)-熵权法确定权重系数, 正交试验优化提取工艺。**结果** 最佳条件为浸泡时间 60 min、加水量 10 倍、煎煮时间 45 min、提取次数 2 次, 马钱苷、芍药苷、淫羊藿苷总含量为 4 652.00 μg/g, 没食子酸、阿魏酸、绿原酸、菊苣酸总含量为 1 420.14 μg/g, 出膏率为 28.26%。**结论** 该方法科学合理, 可为后续将乳核饮开发成医疗机构制剂提供参考。

**关键词:** 乳核饮; 提取工艺; 层次分析法 (AHP)-熵权法; 正交试验

中图分类号: R284.2      文献标志码: A      文章编号: 1001-1528(2026)07-2174-06  
doi:10.3969/j.issn.1001-1528.2026.07.007

Optimization of extraction process for Ruhe Drink

JIANG Yi-ran<sup>1,2</sup>, WEI Zi-xuan<sup>1,2</sup>, SHAO Meng-qi<sup>1,2</sup>, HUANG Ya-wei<sup>1,2</sup>, ZHANG Xian-lin<sup>1,2</sup>,  
LIU Shi-jia<sup>1,2\*</sup>, WU Lei<sup>1,2,3\*</sup>

收稿日期: 2025-11-05  
基金项目: 国家中医药管理局 2025 年全国老药工传承工作室建设项目 (国中医药人教函 [2025] 181 号); 江苏省中药融合创新中心项目 (苏中医科教 [2024] 7 号); 江苏省中医药学会攀登计划项目 (PDJH2024007)  
作者简介: 江漪冉 (2002—), 女, 硕士, 从事中药分析研究。E-mail: 2867462445@qq.com  
\* 通信作者: 吴 磊 (1983—), 男, 博士, 主任中药师, 从事中药制剂研究。E-mail: xiaoleiyaoshi@163.com  
刘史佳 (1983—), 男, 博士, 研究员, 从事中药临床药理研究。E-mail: liushijia2011@163.com

(1. Affiliated Hospital of Nanjing University of Chinese Medicine, Nanjing 210029, China; 2. The First Clinical Medical College of Nanjing University of Chinese Medicine, Nanjing 210029, China; 3. Laboratory for Traditional Chinese Medicine Preparations, Affiliated Hospital of Nanjing University of Chinese Medicine, Nanjing 210029, China)

**KEY WORDS:** Ruhe Drink; extraction process; analytic hierarchy process (AHP) -entropy weight method; orthogonal test

中药制剂提取工艺的优化是提升其整体质量的核心环节,对保障其安全性与有效性具有决定性意义<sup>[1-2]</sup>。通过科学优化提取方法、温度、时间等关键参数,能更充分、更有选择性地提取中药有效成分,同时减少无效或有害杂质的溶出,从而增强疗效,降低不良反应发生风险,并且提取工艺的精细化与标准化还有助于实现不同批次样品质量的稳定均一,确保疗效可靠。因此,提取工艺优化是推动中药现代化、实现其精准质量控制的内在要求,也是相关制剂安全有效、走向国际的重要保障。

乳核饮为江苏省中医院长期应用的临床协定处方,由山茱萸、赤芍、仙灵脾、蒲公英等 12 味中药组成,临床用于治疗乳腺增生所致乳房疼痛及乳腺结节。本实验根据前期网络药理学研究结果<sup>[3]</sup>,确定没食子酸、绿原酸、马钱苷、芍药苷、阿魏酸、菊苣酸、淫羊藿苷 7 种活性成分的含量结合出膏率作为乳核饮提取工艺优化的评价指标,采用层次分析法 (AHP) -熵权法客观确定其权重系数<sup>[4-5]</sup>,单因素试验初步筛选关键参数,正交试验进行系统优化,旨在为该方后续相关医疗机构制剂研发提供可靠的数据支撑和工艺依据<sup>[6]</sup>。

## 1 材料

1.1 仪器 Waters 2998 型高效液相色谱仪,配置 PDA 检测器[沃特世科技(上海)有限公司];R II 型旋转蒸发仪(瑞士 Buchi 公司);SQP 型电子天平[赛多利斯科学仪器(北京)有限公司];2 100 mL 陶瓷罐(江西省康舒陶瓷股份有限公司);AX224ZH/E 型电子天平[奥豪斯仪器(常州)有限公司];PL-S60T 型数显超声波清洗机(东莞康士洁超声波科技有限公司);防干烧恒温水浴锅(上海力辰邦西仪器科技有限公司);DHG-9123A 型电热恒温鼓风干燥箱(上海精宏实验设备有限公司)。

1.2 试剂与药材 没食子酸(批号 MUST-25052526,纯度 99.90%)、绿原酸(批号 MUST-25031002,纯度 99.30%)、马钱苷(批号 MUST-24071207,纯度 98.89%)、芍药苷(批号 MUST-24092506,纯度 99.55%)、阿魏酸(批号 MUST-

24101002,纯度 99.90%)、菊苣酸(批号 MUST-25013005,纯度 98.31%)、淫羊藿苷(批号 MUST-24122212,纯度 99.46%)对照品均购于曼思特(成都)生物科技有限公司。山茱萸、赤芍、仙灵脾、蒲公英等 12 味中药均购于江苏省中医院,经南京中医药大学附属医院药学部黄亚威鉴定为正品,符合 2025 年版《中国药典》相关标准。甲醇、乙腈、磷酸均为色谱纯;水为超纯水。

## 2 方法与结果

### 2.1 溶液制备

2.1.1 供试品溶液 精密吸取本品水提液 5 mL,甲醇定容至 10 mL,摇匀,0.22 μm 微孔滤膜过滤,取续滤液,即得。

2.1.2 对照品溶液 精密称取没食子酸、绿原酸、马钱苷、芍药苷、阿魏酸、菊苣酸、淫羊藿苷对照品适量,甲醇定容至 10 mL,制成质量浓度分别为 256.48、127.40、228.72、1 854.00、64.96、435.24、376.32 μg/mL 的溶液,即得。

2.2 色谱条件 菲罗门 Luna C<sub>18</sub> 色谱柱(250 mm×4.6 mm, 5 μm);流动相 0.1% 磷酸(A)-乙腈(B),梯度洗脱(0~25 min, 2%~9% B; 25~37 min, 9%~14% B; 37~45 min, 14%~15% B; 45~47 min, 15% B; 47~67 min, 15%~20% B; 67~77 min, 20%~24% B; 77~95 min, 24%~30% B; 95~102 min, 30%~50% B; 102~112 min, 50%~90% B; 112~115 min, 90%~2% B);体积流量 1.0 mL/min;柱温 25 ℃;检测波长 254 nm;进样量 10 μL。

### 2.3 方法学考察

2.3.1 线性关系考察 取“2.1.2”项下对照品溶液适量,甲醇逐级稀释至 1、2、4、8、16、32 倍,在“2.2”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<sup>[7]</sup>,结果见表 1,可知各成分在各自范围内线性关系良好。

2.3.2 专属性试验 精密吸取“2.1.1”项下供试品溶液、“2.1.2”项下对照品溶液适量,在“2.2”项色谱条件下进样测定,结果见图 1。由此可知,

表 1 各成分线性关系

Tab. 1 Linear relationships of various constituents

| 成分   | 回归方程                  | <i>r</i> | 线性范围/( $\mu\text{g}\cdot\text{mL}^{-1}$ ) |
|------|-----------------------|----------|-------------------------------------------|
| 没食子酸 | $Y=16\,738X+19\,586$  | 0.999 6  | 8.01~256.48                               |
| 绿原酸  | $Y=9\,679.7X-11\,194$ | 0.999 8  | 3.98~127.40                               |
| 马钱苷  | $Y=6\,859.4X-15\,001$ | 0.999 6  | 7.15~228.72                               |
| 芍药苷  | $Y=1\,031.4X-30\,857$ | 0.999 7  | 57.94~1\,854.00                           |
| 阿魏酸  | $Y=17\,519X-5\,654.2$ | 0.999 7  | 2.03~64.96                                |
| 菊苣酸  | $Y=14\,145X-137\,761$ | 0.999 6  | 13.60~435.24                              |
| 淫羊藿苷 | $Y=14\,428X-23\,304$  | 0.999 9  | 11.76~376.32                              |

各成分色谱峰峰形理想，分离度均大于 1.5，表明该方法专属性良好。

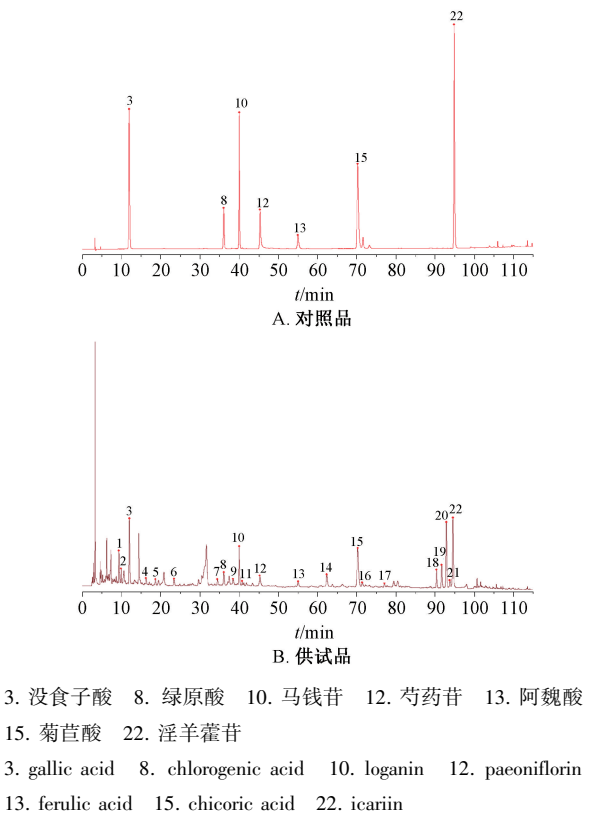


图 1 各成分 HPLC 色谱图

Fig. 1 HPLC chromatograms of various constituents

2.3.3 精密度试验 取“2.1.1”项下供试品溶液适量，在“2.2”项色谱条件下进样测定 6 次，测得没食子酸、绿原酸、马钱苷、芍药苷、阿魏酸、菊苣酸、淫羊藿苷峰面积 RSD 分别为 2.06%、1.44%、0.27%、0.69%、1.30%、0.73%、0.21%，表明仪器精密度良好。

2.3.4 稳定性试验 取“2.1.1”项下供试品溶液适量，于 0、2、4、8、12、24 h 在“2.2”项色谱条件下进样测定，测得没食子酸、绿原酸、马钱苷、芍药苷、阿魏酸、菊苣酸、淫羊藿苷峰面积 RSD 分别为 0.25%、0.58%、1.99%、2.89%、0.57%、

0.44%、0.32%，表明溶液在 24 h 内稳定性良好。  
2.3.5 重复性试验 取同一份提取液，按“2.1.1”项下方法平行制备 6 份供试品溶液，在“2.2”项色谱条件下进样测定，测得没食子酸、绿原酸、马钱苷、芍药苷、阿魏酸、菊苣酸、淫羊藿苷含量 RSD 分别为 0.40%、0.70%、2.23%、0.75%、1.13%、0.62%、0.67%，表明该方法重复性良好。  
2.3.6 加样回收率试验 取各成分含量已知的本品 6 份，加入适量对照品溶液，按“2.1.1”项下方法制备供试品溶液，在“2.2”项色谱条件下进样测定，计算回收率。结果，没食子酸、绿原酸、马钱苷、芍药苷、阿魏酸、菊苣酸、淫羊藿苷平均加样回收率分别为 103.65%、102.25%、99.54%、102.69%、98.51%、102.18%、100.86%，RSD 分别为 1.02%、2.16%、2.03%、1.06%、2.11%、1.15%、0.58%。

2.4 出膏率测定 精密量取本品水提液 3 mL，置于恒重蒸发皿中，水浴蒸干，转移到 105℃烘箱中干燥 3 h，再放入干燥器内冷却 30 min，迅速准确称定质量<sup>[8-9]</sup>，平行 3 次，取平均值，计算出膏率，公式为出膏率= 
$$\frac{\text{干膏质量}\times\text{药液总体积}}{\text{取样量}\times\text{药材总投入量}}\times100\%$$
。

2.5 单因素试验

2.5.1 浸泡时间 固定加水量 8 倍，煎煮时间 45 min，煎煮次数 1 次，分别考察浸泡时间 15、30、45、60、75 min 对各成分含量及出膏率的影响，结果见图 2。综合考虑君臣药总含量、佐使药总含量和出膏率，最终确定为 30、45、60 min。

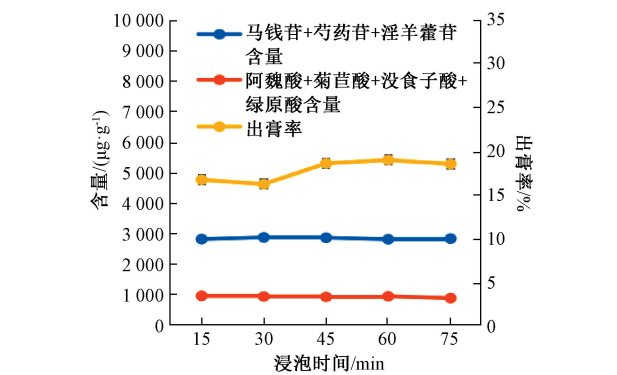


图 2 浸泡时间考察结果

Fig. 2 Results for soaking time investigation

2.5.2 加水量 固定浸泡时间 30 min，煎煮时间 45 min，煎煮次数 1 次，分别考察加水量 4、6、8、10、12 倍对各成分含量及出膏率的影响，结果见图 3。由此可知，随着加水量增加，君臣药总含

量、佐使药总含量升高程度平缓，但出膏率仍不断增加，综合考虑节约能源、提高效率等因素，最终确定为8、10、12倍。

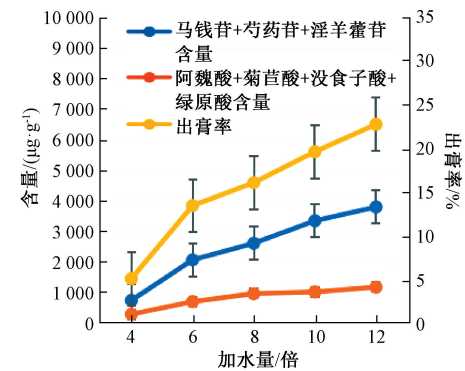


图3 加水量考察结果

Fig. 3 Results for water addition investigation

2.5.3 煎煮时间 固定浸泡时间 30 min，加水量 10 倍，煎煮次数 1 次，分别考察煎煮时间 15、30、45、60、75 min 对各成分含量及出膏率的影响，结果见图 4。由此可知，随着煎煮时间延长，君臣药总含量、佐使药总含量和出膏率在 60 min 后趋于平稳，最终确定为 30、45、60 min。

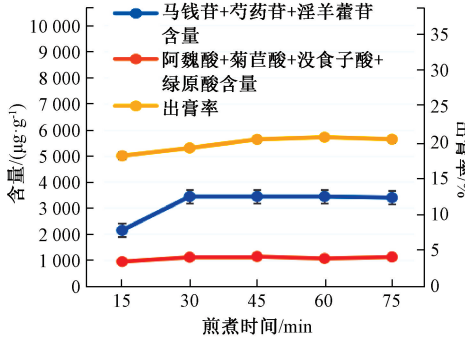


图4 煎煮时间考察结果

Fig. 4 Results for decoction time investigation

2.5.4 煎煮次数 固定浸泡时间 30 min，加水量 10 倍，煎煮时间 45 min，分别考察煎煮次数 1、2、3 次对各成分含量及出膏率的影响，结果见图 5。由此可知，君臣药总含量、佐使药总含量和出膏率

在煎煮 2 次后升高程度平缓，综合考虑节约能源、提高效率等因素，最终确定为 2 次。

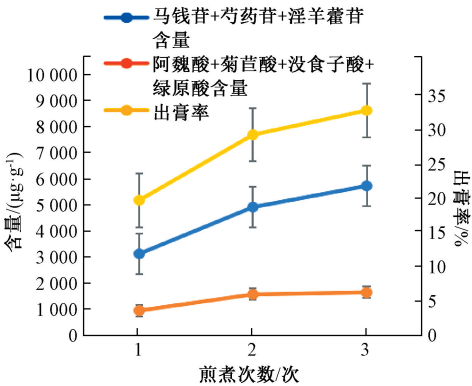


图5 煎煮次数考察结果

Fig. 5 Results for decoction frequency investigation

2.6 权重系数确定

2.6.1 层次分析法 (AHP) AHP 通过构建目标—准则—方案的多级结构来将复杂决策拆分为有序层次，并借助成对比较将主观判断转化为可测数值，从而实现定性评价向定量模型的过渡<sup>[10]</sup>。本实验采用 1~9 标度法<sup>[11]</sup>，以没食子酸、绿原酸、马钱苷、芍药苷、阿魏酸、菊苣酸、淫羊藿苷含量及出膏率为评价指标，其中淫羊藿苷为君药成分，马钱苷、芍药苷为臣药成分，阿魏酸、没食子酸为佐药成分，菊苣酸、绿原酸为使药成分，综合考虑君臣佐使药含量及其在药理方面的重要程度，将马钱苷、芍药苷、淫羊藿苷含量作为第一指标，其余成分含量作为第二指标，出膏率作为第三指标。

另外，君臣药总含量相较于佐使药总含量而言，介于稍重要和明显重要之间，计为 4；佐使药总含量相较于出膏率而言，介于稍重要和明显重要之间，计为 4；君臣药总含量相较于出膏率而言，为强烈重要，计为 7。参照文献 [12-13] 报道，测得 3 种指标  $W_{j1}$  分别为 0.695 5、0.229 0、0.075 4，判断矩阵一致性比例 (CR) 为  $0.075 < 0.10$ ，满足一致性要求，表明权重系数可靠有效，见表 2。

表 2 各指标成对比较的判断优先矩阵

Tab. 2 Judgment priority matrces for pairwise comparison of various indices

| 指标                  | 马钱苷、芍药苷、淫羊藿苷总含量 | 没食子酸、阿魏酸、绿原酸、菊苣酸总含量 | 出膏率 | 几何平均值   | 权重指标    | CI    | CR    |
|---------------------|-----------------|---------------------|-----|---------|---------|-------|-------|
| 马钱苷、芍药苷、淫羊藿苷总含量     | 1               | 4                   | 7   | 3.036 6 | 0.695 5 |       |       |
| 没食子酸、阿魏酸、绿原酸、菊苣酸总含量 | 1/4             | 1                   | 4   | 1.000 0 | 0.229 0 | 0.039 | 0.075 |
| 出膏率                 | 1/7             | 1/4                 | 1   | 0.329 3 | 0.075 4 |       |       |

2.6.2 熵权法 熵权法依据各指标信息熵来度量其离散程度，进而客观赋予其权重，熵值越低，差

异越显著，权重越高<sup>[14]</sup>。参照文献 [15-16] 报道构建初始数据矩阵，并将其归一化为概率矩阵，按



以下公式测得 3 种指标  $W_{j_2}$  分别为 0.305 9、0.349 7、0.344 4。

第  $j$  个指标的信息熵  $e_j$ : 
$$y_{ij} = \frac{X_{ij} - \min X_j}{\max X_j - \min X_j},$$
$$P_{ij} = \frac{y_{ij}}{\sum_{i=1}^m y_{ij}}, e_j = -\frac{1}{\ln m} \sum_{i=1}^m P_{ij} \ln P_{ij}$$
$$\text{权重 } W_j: W_j = \frac{1 - e_j}{\sum_{k=1}^n (1 - e_k)}$$

2.6.3 综合权重系数  $W_j$  综合权重系数将 AHP 的主观经验与熵权法的客观信息结合，避免单一赋权方法的片面性，使结果符合专业认知且反映数据规律<sup>[17-18]</sup>。采用公式  $W_j = W_{j1} W_{j2} / \sum_{j=1}^n W_{j1} W_{j2}$  测得 3 种指标  $W_j$  分别为 0.667 3、0.251 2、0.081 5。

表 4 正交试验设计与结果

Tab. 4 Design and results for orthogonal test

| 试验号            | 影响因素   |        |        |        | 评价指标         |               |         | 综合得分/分 |
|----------------|--------|--------|--------|--------|--------------|---------------|---------|--------|
|                | A      | B      | C      | D      | 马钱苷、芍药苷、淫羊藿苷 | 没食子酸、阿魏酸、绿原酸、 | 出膏率得分/分 |        |
|                |        |        |        |        | 总含量得分/分      | 菊苣酸总含量得分/分    |         |        |
| 1              | 1      | 1      | 1      | 1      | 49.70        | 18.44         | 6.36    | 74.51  |
| 2              | 1      | 2      | 2      | 2      | 55.42        | 20.81         | 7.32    | 83.55  |
| 3              | 1      | 3      | 3      | 3      | 59.05        | 23.49         | 8.15    | 90.69  |
| 4              | 2      | 1      | 2      | 3      | 55.17        | 21.65         | 6.90    | 83.72  |
| 5              | 2      | 2      | 3      | 1      | 64.76        | 23.13         | 7.28    | 95.16  |
| 6              | 2      | 3      | 1      | 2      | 62.08        | 22.30         | 7.41    | 91.80  |
| 7              | 3      | 1      | 3      | 2      | 59.13        | 19.61         | 6.74    | 85.48  |
| 8              | 3      | 2      | 1      | 3      | 58.05        | 25.12         | 7.25    | 90.42  |
| 9              | 3      | 3      | 2      | 1      | 66.73        | 24.45         | 7.88    | 99.07  |
| K <sub>1</sub> | 248.74 | 243.70 | 256.72 | 268.73 | —            | —             | —       | —      |
| K <sub>2</sub> | 270.67 | 269.13 | 266.33 | 260.83 | —            | —             | —       | —      |
| K <sub>3</sub> | 274.97 | 281.55 | 271.33 | 264.82 | —            | —             | —       | —      |
| R              | 1.43   | 12.62  | 4.87   | 1.33   | —            | —             | —       | —      |

表 5 方差分析结果

Tab. 5 Results for analysis of variance

| 来源    | 离均差平方和 | 自由度  | 均方     | F 值   | P 值  |
|-------|--------|------|--------|-------|------|
| A     | 131.91 | 2.00 | 65.95  | 25.32 | 0.04 |
| B     | 248.13 | 2.00 | 124.07 | 47.63 | 0.02 |
| C     | 36.75  | 2.00 | 18.38  | 7.05  | 0.12 |
| D(误差) | 10.42  | 2.00 | 2.60   | 1.00  | —    |

由此可知，因素 B 具有显著影响 ( $P<0.05$ )，各因素影响程度依次为  $B>A>C$ ，最优工艺为  $A_3B_3C_3$ 。结合大生产节能省时的要求，煎煮时间调整至 45 min，故将最优工艺修正为  $A_3B_3C_2$ ，即浸泡时间 60 min，加水量 10 倍，煎煮时间 45 min。

2.6.5 验证试验 取与正交试验同一批次的饮片，按“2.1.1”项下方法和“2.6.4”项下优化工艺平行制备 3 份供试品溶液，测定各成分含量及出膏

2178

2.6.4 正交试验 取同一批药材，共 9 份，在单因素试验基础上，以浸泡时间 (A)、加水量 (B)、煎煮时间 (C) 为影响因素，马钱苷、芍药苷、淫羊藿苷、阿魏酸、没食子酸、菊苣酸、绿原酸含量及出膏率为评价指标，采用  $L_9(3^4)$  正交表进行提取，因素水平见表 3，结果见表 4，方差分析见表 5。

表 3 正交试验因素水平

Tab. 3 Factors and levels for orthogonal test

| 水平 | 因素         |         |            |       |
|----|------------|---------|------------|-------|
|    | A 浸泡时间/min | B 加水量/倍 | C 煎煮时间/min | D(空白) |
| 1  | 30         | 6       | 30         | —     |
| 2  | 45         | 8       | 45         | —     |
| 3  | 60         | 10      | 60         | —     |

率，结果见表 6。由此可知，该工艺稳定可行。

表 6 验证试验结果 ( $n=3$ )

Tab. 6 Results for verification tests ( $n=3$ )

| 试验号   | 马钱苷、芍药苷、淫羊藿<br>苷总含量/( $\mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$ ) | 没食子酸、阿魏酸、绿原酸、<br>菊苣酸总含量/( $\mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$ ) | 出膏<br>率/% |
|-------|---------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------|-----------|
|       |                                                         |                                                             |           |
| 1     | 4 761.38                                                | 1 412.76                                                    | 28.86     |
| 2     | 4 577.83                                                | 1 415.43                                                    | 28.57     |
| 3     | 4 616.78                                                | 1 432.22                                                    | 27.36     |
| 平均值   | 4 652.00                                                | 1 420.14                                                    | 28.26     |
| RSD/% | 2.08                                                    | 0.74                                                        | 2.82      |

### 3 讨论与结论

提取工艺是决定中药生产合理性、科学性与可行性的核心环节<sup>[19]</sup>，并直接影响其有效成分的提取效率与药效<sup>[20]</sup>。在乳核饮提取过程中，浸泡时间与加水量是关键工艺参数，其中适度浸泡可使药

材组织充分润胀，加速活性成分释放，而未经浸泡直接加热提取时，溶剂难以迅速渗透，导致溶出效率下降，但浸泡过久会引发细胞结构破裂，激活多酚氧化酶，催化绿原酸、菊苣酸等多元酚类成分发生氧化，导致其含量下降<sup>[21]</sup>；加水量可影响提取体系的浓度梯度，加水不足易导致药材煎煮不透，淫羊藿苷、没食子酸等有效成分溶出不全，而加水过多会使药液体积变大，不仅增加服药负担，还会提高后续浓缩工艺能耗，影响成分稳定性。

综上所述，本实验以君臣药总含量、佐使药总含量为评价指标，相较于单一成分更符合中医药整体观和“君臣佐使”理论，同时可避免因个别成分波动而对整体评价产生干扰，使结果更稳定全面。同时，基于 AHP-熵权法结合正交试验所优化的乳核饮提取工艺具有良好的稳定性与可操作性，能满足该方规模化生产需求，有助于保障生产过程中其质量的一致性与可控性。

参考文献：

[ 1 ] 徐小彬. 中药提取工艺优化及有效成分评价[J]. 化工设计通讯, 2023, 49(12): 214-216; 219.

[ 2 ] 苏 畅, 耿阳丽, 牛晓静, 等. 益元补气方提取工艺设计空间优化[J]. 中成药, 2025, 47(6): 1804-1810.

[ 3 ] 李沐涵, 李 浩, 叶 放, 等. 基于数据挖掘和网络药理学探究国医大师周仲瑛治疗乳腺增生的用药规律及作用机制[J]. 中药新药与临床药理, 2024, 35(12): 1919-1929.

[ 4 ] 姜誉弘, 邹恺平. 基于 AHP-熵权法结合正交试验优选银杏叶传统水提纯化工艺[J]. 中国药师, 2024, 27(5): 747-755.

[ 5 ] 洪赫彤. 乳康汤的制备工艺及质量评价研究[D]. 沈阳: 辽宁中医药大学, 2021.

[ 6 ] 尹继瑶, 沈 霞, 胡 静, 等. HPLC 法测定肾复康Ⅱ号胶囊中 5 个成分的含量[J]. 中国药房, 2022, 33(15): 1838-1841.

[ 7 ] 张铁军, 申秀萍, 王 磊, 等. 六经头痛片的二次开发研究[J]. 中草药, 2017, 48(20): 4145-4150.

[ 8 ] 谢先娇, 彭进城, 左池靖, 等. 舒心解郁颗粒制备工艺及关键成分含量测定研究[J]. 海南医学院学报, 2024, 30(6): 413-420.

[ 9 ] 谢秀琼, 韩 丽, 罗海燕. 中药新制剂开发与应用[M]. 3 版. 北京: 人民卫生出版社, 2006.

[10] 刘 舒, 马正兵, 于晓丽. 基于层次分析法的不同种源桃金娘观赏价值综合评价[J]. 热带农业科学, 2025, 45(6): 115-120.

[11] 冯健辉, 贾福康, 蒋豫阳, 等. 百合地黄汤提取工艺优化[J/OL]. 中成药, 1-8 (2025-08-19). <https://link.cnki.net/urlid/31.1368.R.20250819.1607.007>.

[12] 曾宪灿, 王艺霖, 方 伟, 等. 基于层次分析法的新丰江集雨区农业面源污染评价定量模型研究[J]. 生态与农村环境学报, 2025, 41(5): 687-693.

[13] 辛二旦, 王彦钧, 边甜甜, 等. 响应面法结合熵权法多指标优选胡桃壳提取工艺[J]. 中药材, 2025, 48(6): 1502-1507.

[14] 赵永铭, 刘 萌, 潘 欢, 等. 基于熵权法与响应面优化低糖核桃麻仁糖工艺[J]. 中国调味品, 2025, 50(6): 142-150.

[15] 易圣婕, 杨英兰, 田燕荣, 等. 基于 AHP-熵权法结合正交设计优选箭叶淫羊藿汤剂工艺[J]. 微量元素与健康研究, 2025, 42(3): 56-61; 68.

[16] 罗紫屹, 朱顺耀, 周衡朴, 等. 乌天麻多酚提取工艺的优化[J]. 中成药, 2022, 44(5): 1571-1574.

[17] 中药、天然药物提取纯化工艺研究的技术指导原则[S]. 2005.

[18] 张晓清, 王晓杰, 王 玉, 等. 六郁合剂挥发油提取工艺优化[J]. 中成药, 2025, 47(9): 3063-3068.

[19] 周 鹏, 宋 晨, 池仕红, 等. 中药提取工艺研究进展[J]. 中兽医医药杂志, 2022, 41(5): 37-43.

[20] 王 莉, 魏丽梅, 张 勇, 等. 配合物 [Mn(EDTB)] (NO<sub>3</sub>)<sub>2</sub>·DMF 的合成、晶体结构及多酚氧化酶 (PPO) 活性的研究[J]. 无机化学学报, 2011, 27(1): 125-130.

[21] 华南农业大学. 一种提高紫锥菊中菊苣酸含量的采后加工方法: 中国, CN200910194305. X[P]. 2010-05-19.