

引用:王婷婷,王红丽,王悦悦,罗燕燕,赵爱军,马琴国.基于层次分析法-批评矩阵法结合正交设计优选鼻通方提取工艺[J].中医药导报,2025,31(12):110-114,148.

基于层次分析法-批评矩阵法结合正交设计优选鼻通方提取工艺*

王婷婷¹,王红丽¹,王悦悦¹,罗燕燕¹,赵爱军²,马琴国¹

(1.甘肃省中医院,甘肃 兰州 730050;

2.甘肃中医药大学,甘肃 兰州 730000)

[摘要] 目的:优选鼻通方的提取工艺。方法:以料液比、提取温度、超声时间为考察因素,运用正交试验优化炒苍耳子油最佳提取工艺;以料液比、提取时间、提取次数为考察因素,运用层次分析法(AHP)-批评矩阵法(CRITIC)混合加权法计算毛蕊异黄酮葡萄糖苷、升麻素苷及浸膏得率的权重系数,并结合正交试验结果优选鼻通方的最佳水提工艺。结果:炒苍耳子油最佳提取工艺为提取溶剂无水乙醇,料液比1:12(g/mL),提取温度70℃,超声时间50 min。AHP-CRITIC混合加权法优选最佳水提工艺为加8倍量水,提取3次,60 min/次。结论:AHP-CRITIC混合加权法可用于鼻通方提取工艺多指标的权重建立,并为后续鼻通丸新剂型的开发提供依据。

[关键词] 鼻通方;层次分析法-批评矩阵法;权重分析;正交试验;提取工艺

[中图分类号] R284.2 [文献标识码] A [文章编号] 1672-951X(2025)12-0110-05

DOI:10.13862/j.cn43-1446/r.2025.12.017

Optimization of the Extraction Process of Bitong Prescription (鼻通方)

Based on AHP-CRITIC Method and Orthogonal Design

WANG Tingting¹, WANG Hongli¹, WANG Yueyue¹, LUO Yanyan¹, ZHAO Ajun², MA Qinguo¹

(1.Gansu Provincial Hospital of Traditional Chinese Medicine, Lanzhou Gansu 730050, China;

2.Gansu University of Chinese Medicine, Lanzhou Gansu 730000, China)

[Abstract] Objective: To optimize the extraction process of Bitong Prescription. Methods: Using solid-liquid ratio, extraction temperature, and ultrasonic time as factors, orthogonal experiment was applied to optimize the extraction process of fried Cangerzi (*Xanthium sibiricum*) oil. With solid-liquid ratio, extraction time, and extraction frequency as factors, the Analytic Hierarchy Process (AHP)-CRITIC mixed weighting method was used to calculate the weight coefficients of calycosin glucoside, prim-O-glucosyleimifugin, and extract yield. Combined with orthogonal experiment results, the optimal water extraction process for Bitong Prescription was determined. Results: The optimal extraction process for fried *Xanthium sibiricum* oil was: anhydrous ethanol as solvent, solid-liquid ratio of 1:12 (g/mL), extraction temperature of 70℃, and ultrasonic time of 50 min. The AHP-CRITIC method indicated the optimal water extraction process as: adding 8 times the amount of water, extracting 3 times, 60 min each time. Conclusion: The AHP-CRITIC mixed weighting method can be used to establish weights for multiple indicators in the extraction process of Bitong Prescription and provides a basis for the development of new dosage forms such as Bitong Pills.

[Keywords] Bitong Prescription; AHP-CRITIC; weight analysis; orthogonal test; extraction process

过敏性鼻炎(allergic rhinitis, AR)又称变应性鼻炎,在中医学中属“鼻鼽”“鼻嚏”的范畴。本病因寒湿之邪入侵,肺气

不固,营卫失调所致。治法以扶正抗邪、治病求本为主^[1]。扶正抗邪可增强机体免疫力,调整气机,调理气血,改善肺气虚寒

*基金项目:甘肃省科技重点研发计划项目(21YF5FA109);兰州市科技计划项目(2024-3-74)

通信作者:王红丽,女,主任药师,研究方向为天然产物及临床药学

等^[2],以达到治疗AR的目的。鼻通方源于甘肃省中医院临床经验方,由苍耳子散^[3]加黄芪、防风化裁而成,具有益气固表、开鼻窍、敛肺气、行津液的作用。鼻通方能系统调节机体免疫,治疗过敏性鼻炎。本方临床应用十余年,疗效确切,副作用小。层次分析法^[4](analytic hierarchy process, AHP)是一种多指标决策方法,可根据专家意见对指标进行排序,确定各指标的权重。批评矩阵法^[5](criteria importance through inter-criteria correlation, CRITIC)是一种基于数据离散程度和变异程度的评价方法,可衡量指标的相对重要性。AHP-CRITIC的赋权方式,不仅体现了主观的经验信息,也保留了客观的数据信息,相比单一的赋权方法可以得到更加科学全面的评价结果^[6-7]。由于鼻通方为汤剂,服用量大、保存时间短,且不利于携带,临床应用具有一定局限性。因此,本研究拟通过优化其提取工艺,开发出便于服用、疗效确切的新型制剂。基于此,本试验采用“乙醇+水提取”的双溶剂提取工艺。苍耳子油为鼻通方治疗鼻炎的活性成分,故本试验采用乙醇作为有机提取溶剂,以苍耳子出油率为评价指标,对料液比、提取温度、超声时间进行考察,以确定最佳提取工艺。同时本研究采用AHP-CRITIC混合加权法^[4-5,8-9]结合正交试验,以升麻素苷、毛蕊异黄酮葡萄糖苷的含量、浸膏率的综合评分作为评价指标,优选鼻通方的最佳水提条件,以期为下一步新剂型的开发等后续研究提供依据。

1 材 料

1.1 主要仪器 CPA225D型电子天平(赛多利斯科学仪器有限公司);Agilent-1260高效液相色谱仪(美国安捷伦科技有限公司);LK-800A粉碎机(温岭市创力药材器械厂)。

1.2 药物与试剂 炒苍耳子(批号:210526)、防风(批号:210608)、黄芪(批号:211104)均购自甘肃康乐药业有限责任公司,经甘肃数字本草检验中心有限公司鉴定检测,均符合2020年版《中华人民共和国药典》(一部)各饮片项下规定。毛蕊异黄酮葡萄糖苷对照品(批号:AZDJ2416)购自埃法生物科技有限公司;升麻素苷对照品(批号:S25GB162330)购自上海源叶生物科技有限公司;无水乙醇(批号:20220504)、盐酸(批号:20200407)、乙酸乙酯(批号:2022032801)、甲醇(批号:230306544D)、乙腈(色谱纯,批号:20220607)均购自四川菲尔博思科技有限公司;其余试剂均为分析纯。

2 方法与结果

2.1 苍耳子油的提取

2.1.1 正交试验设计 将炒苍耳子粉碎过筛(40目),称取粉末9 g,按照料液比加入无水乙醇,浸泡2 h,超声处理(功率300 W,频率35 kHz),过滤,弃去滤渣,水浴挥干,称质量并计算炒苍耳子出油率^[10]。

根据前期预试验结果,选取提取温度(A)、超声时间(B)、料液比(C)为考察因素,以炒苍耳子油出油率为评价指标,设计 $L_9(3^4)$ 正交试验优选提取工艺。超声时间(B)、料液比(C)对炒苍耳子油出油率的影响有统计学意义($P<0.05$)。结果显示,影响炒苍耳子油出油率的顺序为:料液比>超声时间>提取温度;对比K值发现,提取溶剂为无水乙醇,料液比为1:12(g/mL),

提取温度70 °C,超声时间50 min是最佳提取条件。(见表1~2)

表1 正交试验设计与结果

| 试验号 | A/℃ | B/min | C/(g/mL) | 出油率/% |
|----------------|--|--------|----------|-------|
| 1 | 60(1) | 30(1) | 1:8(1) | 9.78 |
| 2 | 60(1) | 50(2) | 1:10(2) | 14.33 |
| 3 | 60(1) | 70(3) | 1:12(3) | 14.00 |
| 4 | 70(2) | 30(1) | 1:10(2) | 15.00 |
| 5 | 70(2) | 50(2) | 1:12(3) | 16.56 |
| 6 | 70(2) | 70(3) | 1:8(1) | 11.78 |
| 7 | 80(3) | 30(1) | 1:12(3) | 14.56 |
| 8 | 80(3) | 50(2) | 1:8(1) | 12.22 |
| 9 | 80(3) | 70(3) | 1:10(2) | 12.89 |
| K ₁ | 12.703 | 13.113 | 11.260 | |
| K ₂ | 14.447 | 14.370 | 14.073 | |
| K ₃ | 13.223 | 12.890 | 15.040 | |
| R(极差) | 1.744 | 1.480 | 3.780 | |
| 最优组合 | A ₂ B ₂ C ₃ | | | |

表2 方差分析

| 变异来源 | 离差平方和 | 自由度 | 均方 | F | P |
|---------|--------|-----|--------|--------|-------|
| 提取温度(A) | 5.026 | 2 | 2.513 | 8.070 | 0.191 |
| 超声时间(B) | 4.023 | 2 | 2.011 | 6.459 | 0.049 |
| 料液比(C) | 23.488 | 2 | 11.744 | 37.710 | 0.032 |
| 误差 | 0.623 | 2 | 0.311 | | |

2.1.2 验证试验 精密称取炒苍耳子粉3份,各9 g,按上述最佳提取工艺,测定炒苍耳子油出油率。验证试验显示,优化后得到炒苍耳子平均出油率为16.59%,与正交试验中所得结果一致,表明筛选此提取工艺合理。(见表3)

表3 验证试验

| 编号 | 温度/℃ | 时间/min | 料液比/(g/mL) | 出油率/% | 平均出油率/% |
|----|------|--------|------------|-------|---------|
| 1 | 70 | 50 | 1:12 | 16.33 | 16.59 |
| 2 | 70 | 50 | 1:12 | 16.67 | |
| 3 | 70 | 50 | 1:12 | 16.78 | |

2.2 水提方法 根据鼻通方处方用量,分别称取防风15 g、黄芪15 g,按照正交试验因素水平制备各提取液,并将其浓缩至300 mL,备用。

2.3 升麻素苷含量测定

2.3.1 色谱条件 Agilent 5 HC-C₁₈色谱柱(4.6 mm×250.0 mm,5.0 μm);流动相:甲醇(A)-0.2%甲酸水溶液(B),梯度洗脱,进样量5 μL,流速1.0 mL/min,柱温30 °C,检测波长254 nm^[11]。

2.3.2 对照品溶液的制备 精密称取升麻素苷对照品11.69 mg,置10 mL容量瓶中,加甲醇定容,上下震摇,制备成质量浓度为1.169 mg/mL的溶液,备用。

2.3.3 供试品溶液的准备 精密量取提取液5 mL,加入80%甲醇溶液20 mL,静置2 h,取上清液,即得供试品溶液。

2.3.4 阴性样品溶液的制备 精密称取除防风外的处方量饮片1份,按“2.2”项下方法提取,并按“2.3.3”项方法下处理,即得阴性样品溶液。

2.4 毛蕊异黄酮葡萄糖苷含量测定

2.4.1 色谱条件 Agilent 5 HC-C₁₈色谱柱(4.6 mm×250.0 mm, 5.0 μm);流动相:乙腈(A)-0.2%甲酸水溶液(B),梯度洗脱,40%乙腈,进样量5 μL,流速1.0 mL/min,柱温30 °C,检测波长260 nm^[11]。

2.4.2 对照品溶液的制备 精密称取毛蕊异黄酮葡萄糖苷对照品5.19 mg,置5 mL容量瓶中,加甲醇定容,上下震摇,制备成质量浓度为1.19 mg/mL的溶液。

2.4.3 供试品溶液的制备 精密量取提取液5 mL,加入10 mL乙酸乙酯,静置2 h,取上清液,即得供试品溶液。

2.4.4 阴性样品溶液的制备 精密称取除黄芪外的处方量饮片1份,按“2.2”项下方法提取,并按“2.4.3”项下方法处理,即得阴性样品溶液。

2.5 方法学考察

2.5.1 线性关系考察 用甲醇将“2.3.2”项下的对照品溶液分别稀释4倍、8倍、16倍、32倍、64倍。按照“2.3.1”项下色谱条件绘制标准曲线,回归方程为 $Y=8284.900X+19.199, R^2=0.9997$ 。表明升麻素苷在0.018~0.292 mg/mL范围内与峰面积的线性关系良好。

用甲醇将“2.4.2”项下的对照品溶液分别稀释4倍、8倍、16倍、32倍、64倍。按照“2.4.1”项下色谱条件绘制标准曲线,回归方程为 $Y=17270.000X+60.797, R^2=0.9965$ 。表明毛蕊异黄酮葡萄糖苷在0.016~0.260 mg/mL范围内与峰面积的线性关系良好。

2.5.2 专属性考察 精密吸取相同体积升麻素苷对照品溶液、供试品溶液、“2.3.4”项下阴性样品溶液,按“2.3.1”项下色谱条件进样分析,色谱图见图1。阴性无干扰,表明该方法专属性良好。

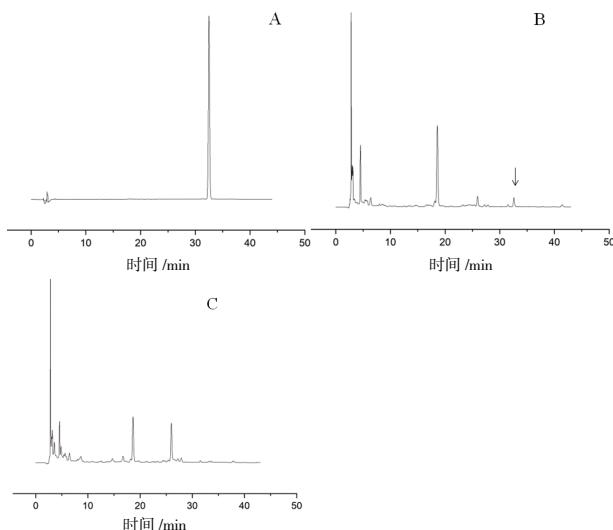


图1 升麻素苷对照品(A)、鼻通方供试品(B)和缺防风的阴性样品溶液(C)的HPLC图

精密吸取相同体积毛蕊异黄酮葡萄糖苷对照品溶液、供试品溶液、“2.4.4”项下阴性样品溶液,按“2.4.1”项下色谱条件进样分析,色谱图见图2。阴性无干扰,表明该方法专属性良好。

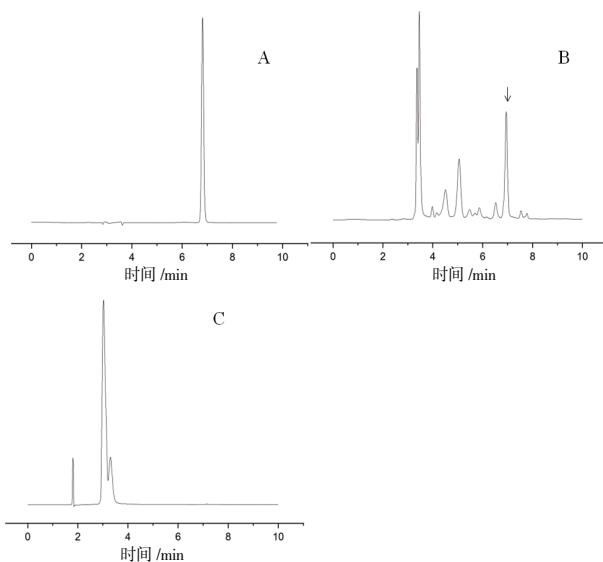


图2 毛蕊异黄酮葡萄糖苷对照品(A)、鼻通方供试品(B)和缺黄芪的阴性样品溶液(C)的HPLC图

2.5.3 精密度试验 精密吸取升麻素苷和毛蕊异黄酮葡萄糖苷对照品溶液各1份,进样6次,记录峰面积,计算RSD值。得RSD值分别为1.00%、1.66%。RSD<2%,表明仪器精密度良好。

2.5.4 稳定性试验 取同一批次饮片供试品溶液放置0、2、4、8、12、24 h,分别按照“2.3.1”“2.4.1”项下色谱条件进样分析,计算RSD值。升麻素苷峰面积RSD=0.061%,毛蕊异黄酮葡萄糖苷峰面积RSD=1.09%。RSD<2%,表明供试品溶液24 h内稳定性良好。

2.5.5 重复性试验 取同一条件平行制备6份样品供试品溶液,分别按照“2.3.1”“2.4.1”项下色谱条件进样,测定含量。结果显示,升麻素苷平均含量为0.023 mg/mL, RSD=1.98%,毛蕊异黄酮葡萄糖苷平均含量为0.094 mg/mL, RSD=1.73%。RSD<2%,表明本方法重复性良好。

2.5.6 加样回收率试验 精密吸取同一批已知含量的鼻通方样品6份,按含量的80%、100%、120%加入对照品,依据“2.3.3”“2.4.3”项下方法制备供试品溶液,按“2.3.1”“2.4.1”项下的色谱条件进样分析,计算加样回收率及RSD值。结果见表4~5。

表4 升麻素苷的加样回收率

| 编号 | 样品含有量/mg | 加入量/mg | 测得量/mg | 加样回收率/% | 平均加样回收率/% | RSD/% |
|----|----------|--------|--------|---------|-----------|-------|
| 1 | 0.431 | 0.345 | 0.772 | 98.84 | 99.30 | 1.28 |
| 2 | 0.430 | 0.345 | 0.761 | 95.95 | | |
| 3 | 0.432 | 0.345 | 0.789 | 103.48 | | |
| 4 | 0.429 | 0.431 | 0.865 | 101.16 | 100.54 | |
| 5 | 0.433 | 0.431 | 0.859 | 98.83 | | |
| 6 | 0.430 | 0.431 | 0.868 | 101.62 | | |
| 7 | 0.431 | 0.517 | 0.938 | 98.07 | 98.00 | |
| 8 | 0.432 | 0.517 | 0.934 | 97.10 | | |
| 9 | 0.434 | 0.517 | 0.945 | 98.84 | | |

表5 毛蕊异黄酮葡萄糖苷的加样回收率

| 编号 | 样品含有量/mg | 加入量/mg | 测得量/mg | 加样回收率/% | 平均加样回收率/% | RSD/% |
|----|----------|--------|--------|---------|-----------|-------|
| 1 | 1.054 | 0.845 | 1.841 | 93.14 | 94.79 | 2.01 |
| 2 | 1.052 | 0.845 | 1.856 | 95.15 | | |
| 3 | 1.049 | 0.845 | 1.861 | 96.09 | | |
| 4 | 1.055 | 1.056 | 2.051 | 94.32 | 97.19 | |
| 5 | 1.053 | 1.056 | 2.142 | 103.13 | | |
| 6 | 1.056 | 1.056 | 2.050 | 94.13 | | |
| 7 | 1.051 | 1.267 | 2.301 | 98.65 | 98.65 | |
| 8 | 1.054 | 1.267 | 2.310 | 99.13 | | |
| 9 | 1.060 | 1.267 | 2.304 | 98.18 | | |

2.6 含量测定 精密吸取1~9号样品各5 mL,按照“2.3.3”“2.4.3”项下方法制备供试品溶液,按“2.3.1”“2.4.1”项下色谱条件进样分析,计算升麻素苷和毛蕊异黄酮葡萄糖苷的含量。结果见表6。

表6 样品含量测定

| 编号 | A/倍 | B/min | C/次 | 指标 | | |
|----|-------|--------|------|------------------|-------------|--------|
| | | | | 毛蕊异黄酮葡萄糖苷/(mg/g) | 升麻素苷/(mg/g) | 浸膏得率/% |
| 1 | 8(1) | 60(1) | 1(1) | 1.895 | 0.425 | 22.525 |
| 2 | 8(1) | 80(2) | 2(2) | 1.784 | 0.625 | 25.368 |
| 3 | 8(1) | 100(3) | 3(3) | 1.935 | 0.626 | 41.875 |
| 4 | 10(2) | 60(1) | 2(2) | 2.349 | 0.489 | 30.112 |
| 5 | 10(2) | 80(2) | 3(3) | 1.738 | 0.445 | 32.315 |
| 6 | 10(2) | 100(3) | 1(1) | 1.078 | 0.377 | 14.841 |
| 7 | 12(3) | 60(1) | 3(3) | 2.482 | 0.578 | 35.625 |
| 8 | 12(3) | 80(2) | 1(1) | 1.051 | 0.410 | 10.141 |
| 9 | 12(3) | 100(3) | 2(2) | 1.356 | 0.479 | 33.753 |

2.7 浸膏得率的测定 精密吸取1~9号样品各20 mL,置于质量恒定的蒸发皿内,水浴蒸干,精密称质量,计算浸膏得率^[12]。结果见表6。

2.8 正交试验设计 选取料液比A(8倍、10倍、12倍)、提取时间B(30 min、60 min、90 min)和提取次数C(1次、2次、3次)为考察因素,按正交试验表的条件进行试验,测定升麻素苷和毛蕊异黄酮葡萄糖苷的含量及浸膏得率。试验安排与结果见表6。

2.9 AHP-CRITIC权重分析法

2.9.1 AHP法确定权重系数^[13] 将毛蕊异黄酮葡萄糖苷、升麻素苷、浸膏得率作为权重指标予以量化,构建优先矩阵,判断各指标的权重^[14]。结果显示毛蕊异黄酮葡萄糖苷>升麻素苷>浸膏得率(见表7)。根据评分得出毛蕊异黄酮葡萄糖苷、升麻素苷、浸膏得率指标的权重系数分别为0.6480、0.2299、0.1222,一致性比例因子(CR)=0.004<0.1,表明该矩阵符合一致性要求,权重系数合理有效^[15]。

表7 鼻通方指标成分对比判断优先矩阵

| 权重指标 | 毛蕊异黄酮葡萄糖苷 | 升麻素苷 | 浸膏得率 |
|-----------|-----------|------|------|
| 毛蕊异黄酮葡萄糖苷 | 1 | 3 | 5 |
| 升麻素苷 | 1/3 | 1 | 2 |
| 浸膏得率 | 1/5 | 1/2 | 1 |

2.9.2 CRITIC法确定权重系数^[13] 将表6中各指标测得的试验数据进行归一化和无量纲化处理后,利用SPSSAU系统计算各指标间的变异性、冲突性以及客观权重^[16]。(见表8)

表8 CRITIC法确定权重指标

| 指标 | 指标变异性 | 指标冲突性 | 信息量 | 权重/% |
|-----------|-------|-------|-------|-------|
| 毛蕊异黄酮葡萄糖苷 | 0.353 | 0.738 | 0.261 | 35.50 |
| 升麻素苷 | 0.371 | 0.716 | 0.266 | 36.18 |
| 浸膏得率 | 0.322 | 0.646 | 0.208 | 28.32 |

2.9.3 AHP-CRITIC法计算综合权重系数 AHP计算得出毛蕊异黄酮葡萄糖苷权重系数最大,升麻素苷权重系数次之,浸膏得率的权重系数最小,具有主观性。CRITIC计算得出毛蕊异黄酮葡萄糖苷含量和升麻素苷含量权重系数相近,客观真实。将两者的优点结合AHP-CRITIC混合加权法来确定各个指标的权重系数^[17],即 $W_{\text{AHP-CRITIC}}=W_{\text{AHP}} \times W_{\text{CRITIC}} / \sum W_{\text{AHP}} \times W_{\text{CRITIC}}$ ^[18]。根据AHP-CRITIC混合加权法计算,得到毛蕊异黄酮葡萄糖苷含量、升麻素苷含量和浸膏得率的权重系数分别是0.6614、0.2392、0.0995。因此,综合评分=[毛蕊异黄酮葡萄糖苷含量/毛蕊异黄酮葡萄糖苷含量的最大值×0.6614+升麻素苷含量/升麻素苷含量的最大值×0.2392+浸膏得率/浸膏得率的最大值×0.0995]×100。

2.10 提取工艺的确定 “2.9.3”项下综合评分的直观分析和方差分析结果见表9~10。

表9 正交试验结果综合评分及直观分析结果

| 实验号 | A | B | C | D | 综合评分/分 |
|----------------|--|--------|--------|---|--------|
| 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 72.51 |
| 2 | 1 | 2 | 2 | 2 | 77.47 |
| 3 | 1 | 3 | 3 | 3 | 85.43 |
| 4 | 2 | 1 | 2 | 3 | 88.45 |
| 5 | 2 | 2 | 3 | 1 | 71.00 |
| 6 | 2 | 3 | 1 | 2 | 46.65 |
| 7 | 3 | 1 | 3 | 2 | 96.70 |
| 8 | 3 | 2 | 1 | 3 | 46.08 |
| 9 | 3 | 3 | 2 | 1 | 62.48 |
| K ₁ | 78.470 | 85.887 | 55.080 | | |
| K ₂ | 68.700 | 64.850 | 76.133 | | |
| K ₃ | 68.420 | 64.853 | 84.377 | | |
| R | 10.050 | 21.037 | 29.297 | | |
| 最优组合 | A ₁ B ₁ C ₃ | | | | |

表10 方差分析

| 变异来源 | 离差平方和 | 自由度 | F | P |
|---------|-----------|-----|--------|-------|
| 加水倍数(A) | 196.534 | 2 | 4.254 | >0.05 |
| 提取时间(B) | 884.942 | 2 | 19.153 | <0.05 |
| 提取次数(C) | 1 369.490 | 2 | 29.641 | <0.05 |
| 误差(D) | 46.203 | 2 | | |

结果显示,各因素影响大小顺序为C>B>A。方差分析表明,C因素对试验结果影响差异有统计学意义($P<0.05$)。最终确定最佳提取条件为A₁B₁C₃,即加8倍量水,提取3次,60 min/次。

2.11 验证试验 依据处方称取药材3份,以最佳提取条件(加

8倍量水,提取3次,60 min/次)进行验证。结果显示,3次平行试验综合评分均值为97.91, RSD=1.43%,表明该提取工艺条件稳定可行。(见表11)

表 11 验证试验结果

| 实验号 | 毛蕊异黄酮葡萄糖苷/(mg/g) | 升麻素苷/(mg/g) | 浸膏得率/% | 综合评分/分 |
|------|------------------|-------------|--------|--------|
| 1 | 2.324 | 0.619 | 39.56 | 96.12 |
| 2 | 2.439 | 0.636 | 38.25 | 99.55 |
| 3 | 2.382 | 0.625 | 40.09 | 98.05 |
| 平均值 | 2.382 | 0.627 | 39.300 | 97.910 |
| RSD% | 1.971 | 1.123 | 1.968 | 1.434 |

3 讨 论

3.1 提取工艺评价指标的选择及赋权 本研究在优化鼻通方提取工艺的过程中,采用“乙醇+水提取”的双提法。苍耳子作为治疗鼻炎的要药之一,其主要活性成分为苍耳子油^[19],具有较强的抗菌、消炎、镇痛等药理作用^[20],故本试验选用苍耳子油为评价指标。毛蕊异黄酮葡萄糖苷为黄芪(君药)的主要成分,能够对抗刀豆蛋白A(concanavalin A, ConA)诱导的T淋巴细胞增殖和脂多糖(lipopolysaccharides, LPS)诱导的巨噬细胞毒性,具有较强的抗炎和免疫抑制的作用^[21]。升麻素苷为防风(臣药)的主要成分,具有抗炎作用^[22],故水提时以毛蕊异黄酮葡萄糖苷和升麻素苷为评价指标。浸膏得率常作为提取工艺优化的次要评价指标,亦能反映药物成分提取程度的高低^[23]。

中药提取工艺的优化一般结合多指标综合评价,评价过程中权重系数的确立一直是需思考的问题,目前应用较多的是主观综合评分法、AHP、CRITIC^[23]。本试验所采用的AHP将定性和定量相结合,但易被主观判断所影响,从而忽略实际样本数据的信息^[24]。CRITIC能客观的利用实际样本数据信息,但却忽略了评价指标间的相关性,无法体现中药复方的配伍特点^[17]。因此本研究通过加权求和的方式,将AHP和CRITIC相结合计算其综合评分,既遵守了君、臣、佐、使的配伍规律,又能客观地全面体现样本的数据信息,从而使得结果更具有科学性、客观性和准确性。

3.2 提取条件的优选 本研究采用双波长的检测方法对黄芪和防风的各指标成分检测波长进行考察,选择毛蕊异黄酮葡萄糖苷和升麻素苷检测波长分别为260、254 nm。预试验比较了流动相甲醇-0.2%磷酸水溶液与乙腈-0.2%磷酸水溶液对目标成分分离的影响。结果显示乙腈-0.2%磷酸水溶液在毛蕊异黄酮葡萄糖苷检测中分离效果更优,甲醇-0.2%磷酸水溶液在升麻素苷检测中分离效果更优。其次,预试验通过比较0.7、0.8和1.0 mL/min对目标成分分离的影响,发现流速为1.0 mL/min时,毛蕊异黄酮葡萄糖苷和升麻素苷均能完全分离。

3.3 结论 炒苍耳子油最佳优选工艺:提取溶剂为无水乙醇,料液比1:12(g/mL),提取温度70℃,超声时间50 min。水提法中采用AHP-CRITIC混合加权法,对升麻素苷、毛蕊异黄酮葡萄糖苷和浸膏得率进行综合评分,确定最佳工艺:加8倍量水,提取3次,60 min/次。按最佳工艺参数进行验证,结果显示平均出油率达16.59%,水提工艺平均综合得分为97.91,表明优选后的提取工艺稳定可靠,可考虑进一步扩大规模生产。

过敏性鼻炎是发病率最高的过敏性疾病。据WHO统计,

目前全世界有近6亿例变应性鼻炎患者^[25],且随着工业化程度的提高而呈现不断上升的趋势^[26]。本研究采用AHP-CRITIC法,同时结合正交试验优选了鼻通方的最佳提取条件,可为后续系列产品的开发提供技术支持及理论基础。

参 考 文 献

- [1] 王金凤,王枫,赵桂芝,等.小青龙汤对过敏性鼻炎大鼠Th1/Th2细胞因子失衡及SP、Annexin1、VCAM-1表达的影响[J].现代中西医结合杂志,2022,31(15):2051-2057.
- [2] 马万秋.变应性鼻炎的治疗新进展[J].现代诊断与治疗,2022,33(6):801-804.
- [3] 杨培树,郝文立.苍耳子散加减治疗慢性鼻炎的临床观察[J].内蒙古中医药,2020,39(10):18-19.
- [4] 丁涵,徐忠坤,王振中,等.基于AHP-CRITIC混合加权法和Box-Behnken设计-响应面法优化羌芩颗粒成型工艺及其物理指纹图谱研究[J].中草药,2024,55(3):787-797.
- [5] 刘秋叶,左亚杰,何雄,等.AHP-CRITIC法结合正交试验法优选如意凝胶贴膏提取工艺[J].中国药业,2024,33(16):48-51.
- [6] 史俊祖,王雪峰,武瑞莉,等.基于AHP-CRITIC结合Box-Behnken响应面法优选小儿定喘颗粒的提取工艺[J].时珍国医国药,2023,34(12):2928-2932.
- [7] 陈雪婷,张建军,徐文杰,等.基于AHP-CRITIC法结合响应面设计优选益气通脉丸的提取工艺[J/OL].中国医院药学杂志,2025:1-8.[2025-06-03].https://kns.cnki.net/KCMS/detail/detail.aspx?filename =ZGYZ20250530002&dbname =CJFD&dbcode=CJFQ.
- [8] 汪怡,刘菊,杨菊.基于AHP-CRITIC权重分析法结合正交设计法优选降脂方冲泡条件的研究[J].中国药师,2021,24(10):1913-1917.
- [9] 郭君婷,叶斯木·塔拉甫别克,赵婷婷,等.AHP-CRITIC法结合正交设计优选芪术平喘止汗胶囊水提取工艺[J].中南药学,2024,22(8):2064-2069.
- [10] 李睿.乙醇提取苍耳子油的工艺优化[J].应用化工,2021,50(8):2082-2084.
- [11] 国家药典委员会.中华人民共和国药典:一部[S].北京:中国医药科技出版社,2020:315.
- [12] 吕鑫,马天翔,顾志荣,等.星点设计-效应面法优化消风止痒方的提取工艺[J].甘肃中医药大学学报,2021,38(1):43-49.
- [13] 张玉,魏华波.基于CRITIC的多属性决策组合赋权方法[J].统计与决策,2012,28(16):75-77.
- [14] 郭丽,赵变,吴作敏,等.AHP-CRITIC法结合正交设计优选丹参心脑通胶囊提取工艺[J].辽宁中医杂志,2023,50(1):130-134.
- [15] 李慧,刘其南,张丽,等.基于层次分析法及多指标正交试验优选酒炖女贞子炮制工艺[J].中草药,2016,47(16):2832-2837.

(下转第148页)

- and diabetic renal disease: Origin and development of ideas[J]. Diabetologia, 1999, 42(3): 263–285.
- [15] KDIGO. KDIGO clinical practice guideline for the care of kidney transplant recipients[J]. Am J Transplant, 2009, 9(Suppl 3): S1–S155.
- [16] 邓铁涛.实用中医诊断学[M].上海:上海科学技术出版社, 1988.
- [17] 王梦迪,王珍,闫润泽,等.应用德尔菲法对糖尿病肾脏病“热邪”证候特点的调查研究[J].中国中西医结合肾病杂志,2017,18(11):953–956.
- [18] 王珍,刘玉宁,王梦迪,等.糖尿病肾脏病内热证分布规律及与肾脏功能相关性研究[J].中国中西医结合肾病杂志,2017,18(6):505–508.
- [19] 刘尚建,王翠,王耀献,等.“肾络微型癥瘕”理论初探[J].中国中医基础医学杂志,2009,15(9):649–650.
- [20] 王梦迪,赵文景,沈存,等.基于“伏热致癥”病机理论探讨对糖尿病肾病“代谢记忆”的防治[J].中国中西医结合肾病杂志,2020,21(5):443–445.
- [21] 李傲霜,王耀献,刘玉宁,等.补体蛋白、粒淋比与糖尿病肾脏病进展及内热证的相关性研究[J].中医学报,2024,39(10):2227–2232.
- [22] 闫润泽,王耀献,王晓楠,等.糖尿病肾脏病内热证证候分布特点研究[J].中华中医药杂志,2020,35(8):4153–4156.
- [23] 曹灿,孙卫卫,崔赵丽,等.2型糖尿病肾病甘油三酯葡萄糖乘积指数与内热证相关性研究[J].中华中医药杂志,2024,39(12):6826–6829.
- [24] PÉREZ-MORALES R E, DEL PINO M D, VALDIVIELSO J M, et al. Inflammation in diabetic kidney disease[J]. Nephron, 2019, 143(1): 12–16.
- [25] ANSARI Z, CHAURASIA A, NEHA, et al. Exploring inflammatory and fibrotic mechanisms driving diabetic nephropathy progression[J]. Cytokine Growth Factor Rev, 2025, 84: 120–134.
- [26] 何廉臣.重订广温热论[M].北京:人民卫生出版社, 1960.
- [27] SHANG Z, ZHANG H D, QIAN H, et al. Associations between systemic inflammatory indices and the risk of renal function decline in patients with type 2 diabetes mellitus: A retrospective cohort study[J]. Front Endocrinol, 2025, 16: 1538704.
- [28] LIU W L, ZHENG S R, DU X G. Association of systemic immune-inflammation index and systemic inflammation response index with diabetic kidney disease in patients with type 2 diabetes mellitus[J]. Diabetes Metab Syndr Obes, 2024, 17: 517–531.
- [29] MUHTAROĞLU A, ÇAPOĞLU R, ALI UYGUR F, et al. FAR ratio as prognostic biomarker in AMI[J]. SN Compr Clin Med, 2023, 5(1): 109.
- [30] WANG K, XU W J, ZHA B B, et al. Fibrinogen to albumin ratio as an independent risk factor for type 2 diabetic kidney disease[J]. Diabetes Metab Syndr Obes, 2021, 14: 4557–4567.
- [31] 曹灿,孙卫卫,王晓楠,等.纤维蛋白原白蛋白比值与糖尿病肾病湿浊证的相关性研究[J].吉林中医药,2024,44(11):1334–1337.
- [32] 彭电,黄娟,丑安,等.中药治疗慢性肾脏病的研究进展[J].中医药导报,2022,28(3):135–142.
- [33] 刘晓芹,王雯,程丽霞.中医药治疗糖尿病肾脏病的现状及研究进展[J].中医药导报,2024,30(6):152–155.

(收稿日期:2025-07-10 编辑:刘国华)

(上接第114页)

- [16] 兰太进,梁维萍,冯秋瑜,等.多指标综合评分法优化雷公降压颗粒的水提工艺[J].中药材,2018,41(9):2171–2174.
- [17] 刘小妹,程中琴,施崇精,等.基于AHP-CRITIC法的正交设计优选参膝口服液提取工艺[J].中草药,2018,49(11):2577–2583.
- [18] 俞越童,邹慧琴,姚月保,等.基于AHP-CRITIC法结合正交设计优选复方血竭跌打膏中四味中药提取工艺[J].世界科学技术—中医药现代化,2020,22(8):2807–2816.
- [19] 韩婷,秦路平,郑汉臣,等.苍耳及其同属药用植物研究进展[J].解放军药学学报,2003,19(2):122–125.
- [20] 苏新国,宓穗卿,王宁生,等.苍耳子药用研究进展[J].中药新药与临床药理,2006,17(1):68–72.
- [21] 徐风,叶加,张微微,等.毛蕊异黄酮昔在制备免疫抑制剂及抗炎药物方面的用途:CN104107181A[P].2014-10-22.
- [22] 陈娜.升麻素昔抗炎及抗小鼠肺损伤作用的研究[D].长

春:吉林大学,2014.

- [23] 欧则民,王锦玉,张冰冰,等.基于AHP-CRITIC优选苁蓉舒痉颗粒的提取工艺[J].中国中药杂志,2022,47(13):3481–3487.
- [24] 文敏,郑沛,刘秋叶,等.基于AHP-TOPSIS法评价三七不同灭菌方法对质量的影响[J].中草药,2023,54(15):4849–4855.
- [25] TIAN R R, JIANG J H, DING J N, et al. To study the impact of COVID-19 on the epidemiological characteristics of allergic rhinitis based on local big data in China[J]. Sci Rep, 2024, 14(1): 25101.
- [26] WANG X D, ZHENG M, LOU H F, et al. An increased prevalence of self-reported allergic rhinitis in major Chinese cities from 2005 to 2011[J]. Allergy, 2016, 71(8): 1170–1180.

(收稿日期:2025-04-16 编辑:蒋凯彪)