

doi:10.11751/ISSN.1002-1280.2023.08.07

基于 AHP - CRITIC 优选清热灵口服液提取工艺

焦金英¹, 姬星宇^{1,2}, 李自波¹, 王彦辉¹, 高媛媛¹, 周晓琳^{1,2},
赵自冰¹, 张蒙蒙^{1,2}, 李国辉^{1*}

(1. 河南中盛动物药业有限公司, 郑州 450000; 2. 河南益华动物药业有限公司, 郑州 450000)

[收稿日期] 2022-12-26 [文献标识码] A [文章编号] 1002-1280 (2023) 08-0050-06 [中图分类号] S859.79

[摘要] 通过比较层次分析法(AHP)、基于指标相关性的权重赋权法(CRITIC)、AHP - CRITIC 混合加权法确定指标权重系数,并对正交试验各组指标成分(黄芩苷、连翘苷、出膏率)进行综合评分比较,优选清热灵口服液的提取工艺。结果显示 AHP - CRITIC 混合加权法科学优选出最佳提取工艺为清热灵口服液处方药材 10 倍加水量,提取 2 次,每次提取时间为 1.5 h,3 次重复性验证试验指标成分黄芩苷、连翘苷的平均含量分别为 3.2、0.12 mg/mL,平均出膏率为 36.36%。AHP - CRITIC 混合加权法结合正交试验确定清热灵口服液的提取工艺稳定可行,可用于产业化生产。

[关键词] 清热灵口服液;提取工艺;AHP - CRITIC;权重分析

Optimization of Extraction Process of Qingreling Oral Liquid Based on AHP - CRITIC Analysis

JIAO Jin - ying¹, JI Xing - yu^{1,2}, LI Zi - bo¹, WANG Yan - hui¹, GAO Yuan - yuan¹,
ZHOU Xiao - lin^{1,2}, ZHAO Zi - bing¹, ZHANG Meng - meng^{1,2}, LI Guo - hui^{1*}

(1. Henan Zhongsheng Animal Pharmaceutical Co LTD., Zhengzhou 450000, China;

2. Henan Yihua Animal Pharmaceutical Co LTD., Zhengzhou 450000, China)

Abstract: By comparing the analytic hierarchy process (AHP), criteria importance through inter - criteria correlation (CRITIC) and the AHP - CRITIC mixed weighting method, the weight coefficient of the indicator was determined, and the index components (baicalin, forsythiin, paste extraction rate) of each group in the orthogonal test were comprehensively scored and compared, and the extraction process of Qingreling oral liquid was optimized. The results showed that AHP - CRITIC mixed weighted method scientifically optimized the optimal extraction process as follows: Qingreling Oral liquid prescription medicine with 10 times of water addition, extraction twice, each extraction time is 1.5 h, and the average contents of baicalin and phillyrin in 3 repeatable

基金项目: 河南省重大科技专项(201111310600)

作者简介: 焦金英, 硕士, 从事中药新兽药研发

通讯作者: 李国辉。E-mail: 1056358397@qq.com

verification tests were 3.2 and 0.12 mg/mL, respectively. The average paste yield was 36.36%. The AHP - CRITIC mixed weighted method combined with orthogonal test determined that the extraction process of Qingreling oral liquid was stable and feasible, and could be used for industrial production.

Key words: Qingreling oral liquid; extraction process; AHP - CRITIC; weight analytic

清热灵口服液的处方组成为:黄芩、连翘、大青叶、甘草;方中黄芩苦寒,清肺泄热,为君药;连翘既能疏散风热,清热解毒,又可辟秽化浊,在透散卫分表邪的同时,兼顾温热病邪易蕴结成毒的特点,为臣药;大青叶清热解毒,凉血散斑,为佐药;甘草调和诸药,为使药^[1-2]。前期试验表明清热灵口服液对鸡感冒发热具有一定的治疗效果。

鉴于复方中药具有多组分、多靶点的特点,设置多指标检测标准已成为优化中药复方制剂提取工艺的重要手段^[3-4]。层次分析(analytic hierarchy process, AHP)法是由 T. L. Saaty 于 20 世纪 70 年代提出的一种定性和定量相结合,将评价人员的主观判断定量表达确定权重的方法。基于指标相关性的权重赋权系数(criteria importance through inter-criteria correlation, CRITIC)法是由 Diakoulaki 等在 1995 年提出的一种客观权重赋权法,以评价指标和对比强度之间的冲突性为基础确定客观的权数^[5-6]。因此本研究选用黄芩苷、连翘苷和出膏率为检测指标^[7-8],根据正交试验设计,采用水提法,通过 AHP 法、CRITIC 法及 AHP - CRITIC 混合加权法对正交试验的结果进行综合评定,并根据综合评定结果筛选最佳权重系数,采用 SPSS 软件对最佳权重系数所评估分数进行方差分析,优化清热灵口服液提取工艺参数,以期研发可行和质量可控的清热灵口服液提取工艺提供实验依据。

1 材料

高效液相色谱仪(赛默飞世尔科技有限公司)、色谱柱 Hypersil GOLD C18(赛默飞世尔科技有限公司)、BT125D 电子天平(0.00001 g)(德国塞多利斯公司)、pH-3C 数字酸度仪(上海雷磁仪器厂)、中药提取设备(东华原医疗设备有限公司)、旋转蒸发仪(上海亚荣生化仪器厂)、超声清洗仪(昆山市超声仪器有限公司)。

黄芩、连翘、大青叶、甘草等药材,均购自张仲景大药房;黄芩苷对照品(批号:110715-201821),连翘苷对照品(批号:110821-201514),均购自中国食品药品检定研究院;95%乙醇,分析纯,天津市北辰方正试剂厂;甲醇,色谱纯,天津市四友精细化学品有限公司;乙腈,色谱纯,美国天地化学试剂公司;中性氧化铝,分析纯,福晨(天津)化学试剂有限公司。

2 方法与结果

2.1 溶液的配制

2.1.1 对照品溶液制备 黄芩苷对照品溶液的制备 取黄芩苷对照品适量,精密称定,加 50% 甲醇制成每 1 mL 含 10 μ g 的溶液,即得。

连翘苷对照品溶液的制备 取连翘苷对照品适量,精密称定,加 50% 甲醇制成每 1 mL 含 100 μ g 的溶液,即得。

2.1.2 供试品溶液制备 黄芩苷供试品溶液的制备 精密量取本品 1 mL,置 250 mL 容量瓶中,加 50% 甲醇适量,超声处理 20 min,放置至室温,加 50% 甲醇稀释至刻度,摇匀,即得。

2.1.2.1 连翘苷供试品溶液的制备 精密量取本品 1 mL,置中性氧化铝柱(100~120 目,6 g,内径为 1 cm)上,用 70% 乙醇 40 mL 洗脱,收集洗脱液,浓缩至干,残渣加甲醇适量使溶解,转移至 5 mL 量瓶中,加甲醇至刻度,摇匀,即得。

2.1.2.2 阴性供试品溶液 处方中分别除去黄芩、连翘,按制备工艺方法制备缺黄芩、连翘的阴性样品,各取 2 mL 浓缩至近干,加甲醇 15 mL,超声处理 15 min,滤过,滤液作为阴性对照溶液。

2.2 色谱条件 色谱柱: Hypersil GOLD C18 (4.6 mm \times 250 mm, 5 μ m); 以乙腈 - 0.2% 磷酸溶液(25:75)为流动相,等度洗脱;流速为 1 mL/min,检测波长为 277 nm;进样量为 10 μ L。

2.3 方法学考察

2.3.1 专属性考察 按“2.1”项下方法制备黄芩苷、连翘供试品溶液、黄芩苷连翘苷混合对照品溶液、黄芩苷阴性对照溶液和连翘苷阴性对照溶液,各取 10 μL 注入高效液相色谱仪测定,记录色谱图。结果表明阴性无干扰,方法专属性良好。

2.3.2 线性关系考察 分别取黄芩苷和连翘苷对照品适量,先各自配置成浓度为 0.08、0.4 mg/mL 的对照品溶液,再依次倍比稀释,制成黄芩苷浓度为 0.04、0.02、0.01、0.005、0.0025 mg/mL,连翘苷浓度为 0.2、0.1、0.05、0.025、0.0125 mg/mL 的线性对照品溶液,分别进样测定。以对照品浓度为横坐标,以峰面积为纵坐标,进行线性回归处理,计算回归方程及相关系数。所得黄芩苷线性回归方程为 $y = 6E + 07x - 22321$, $R^2 = 0.9996$,说明在 0.0025 ~ 0.08 mg/mL 范围内,线性关系良好;所得连翘苷线性回归方程为 $y = 1E + 07x + 3084.7$, $R^2 = 1$,说明在 0.0125 ~ 0.4 mg/mL 范围内,线性关系良好。

2.3.3 精密度试验 取“2.1”项下黄芩苷和连翘苷对照溶液,按上述“2.2”项下的色谱条件连续进样 6 次,测定各指标成分的峰面积,计算 *RSD*。所得黄芩苷峰面积 *RSD* 为 0.99%,连翘苷峰面积 *RSD* 为 0.18%,表明仪器精密度良好。

2.3.4 重复性试验 按“2.1.2”项下方法分别平行制备黄芩苷供试品溶液和连翘苷供试品溶液各 6 份,按上述“2.2”项下的色谱条件测定黄芩苷和连翘苷的峰面积,计算 *RSD*。最终测得黄芩苷含量 *RSD* 为 1.5%,连翘苷含量 *RSD* 为 1.0%,结果表明,测定方法重复性良好。

2.3.5 稳定性试验 分别取同一批次黄芩苷供试品溶液和连翘苷供试品溶液,分别放置 0、2、4、8、12、24 h,按上述“2.2”项下的色谱条件测定黄芩苷和连翘苷的峰面积,计算 *RSD*。24 h 内黄芩苷和连翘苷的含量 *RSD* 分别为 1.9% 和 1.4%,表明供试品溶液在 24 小时内稳定性良好。

2.3.6 准确度 准确称取同一已测知含量的清热灵口服液 9 份,按“2.1”项下方法制备供试品溶液,

按对照品加入量与所取供试品中黄芩苷含量比为 1:0.5、1:1、1:1.5,分别加入黄芩苷对照品,每个浓度 3 个重复,记录峰面积,计算回收率及 *RSD*。同时再准确称取同一已测知含量的清热灵口服液 9 份,按“2.1”项下方法制备供试品溶液,按对照品加入量与所取供试品中连翘苷含量比为 1:0.5、1:1、1:1.5,分别加入连翘苷对照品,每个浓度 3 个重复,记录峰面积,计算回收率及 *RSD*。所得黄芩苷的平均加样回收率为 99.8%,回收率 *RSD* 为 1.6%;连翘苷的平均加样回收率为 101.8%,*RSD* 为 1.0%。回收率实验结果表明,对照品加入量在 50% ~ 150% 范围内,回收率良好,方法准确度比较高。

2.4 出膏率测定 测定方法:按处方比例称取 4 味药材,按照表 1 设计的因素条件浸泡提取,趁热过滤,取滤液浓缩至一定体积 V ,取 $1/10V$ 置已干燥至恒重的蒸发皿中,水浴蒸干,于 105 $^{\circ}\text{C}$ 干燥 3 小时,置干燥器中冷却 0.5 小时,迅速称重,按下式计算浸膏得率。

$$\text{出膏率} = \frac{\text{干浸膏重}(\text{g}) \times 10}{\text{投入药材重}(\text{g})} \times 100\%$$

2.5 指标权重的确定

2.5.1 正交试验设计 根据前期单因素筛选试验结果,选择 10、12 和 14 倍加水量作为正交试验的三水平,选择提取时间 1、1.5 和 2 h 作为的正交试验的三水平。水提取工艺因素水平表如下表所示:

表 1 水提取工艺因素水平表

Tab 1 Factor level table of water extraction process

水平	因素		
	A 加水量(倍)	B 提取时间(h)	C 提取次数
1	10	1.0	1
2	12	1.5	2
3	14	2.0	3

2.5.2 AHP 法确定权重 依据清热灵口服液君臣佐使配伍规律及药理活性,将指标分为 3 个层次,优先顺序如下:黄芩苷 > 连翘苷 > 出膏率,判断矩阵评分情况见表 2。根据判断矩阵评分情

况进行 AHP 层次分析,确定黄芩苷、连翘苷和出膏率的权重系数分别为 2.466、0.481 和 0.405,一致性比率因子(CR) = 0.040 < 0.10,一致性检验通过,判断矩阵评分具有良好的-致性,权重系数有效。

$$\lambda_{max} = \sum_{i=1}^n \frac{[AW]_i}{nW_i} \quad (1)$$

$$CI = \frac{\lambda - n}{n - 1} \quad (2)$$

$$CR = \frac{CI}{RI} \quad (3)$$

式中 λ 为最大特征根, A 为经过归一化(和积法)后的判断矩阵, W 为 AHP 层次分析得到的特征向量, RI 为 0.520(随机一致性 RI)。

表 2 判断矩阵评分表

Tab 2 Results of judgment matrix scoring

权重指标	黄芩苷	连翘苷	出膏率
黄芩苷	1	3	5
连翘苷	1/3	1	1/3
出膏率	1/5	1/3	1

表 3 一致性检验结果

Tab 3 Results of consistency test

最大特征根	CI 值	RI 值	CR 值	一致性检验结果
3.041	0.021	0.520	0.040	通过

2.5.3 CRITIC 法确定权重 各成分药物之间在提取过程中的互相反应作用以及药物配伍之间的规律变化,都可能会对复方中药的整体疗效产生影响,使得复方中各种指标成分对复方总体提取效果的影响不同,此时若采用主观法确定其权重系数则会有失偏颇。因此本研究则通过 CRITIC 法来确定复方中各指标间的权重。将清热灵口服液正交提取试验数据进行归一化处理,通过 SPSSAU 软件进行 CRITIC 分析,得权重系数为 0.412、0.398 和 0.189。

2.5.4 AHP - CRITIC 混合加权法确定权重 AHP 计算权重系数时主观性强于 CRITIC,而 CRITIC 相对于 AHP 能更客观评价各指标的权重系数,将 2 种方法相结合能更加合理的计算出综合权重。

AHP - CRITIC 计算黄芩苷、连翘苷和出膏率权重系数 ω 分别为 0.397、0.313 和 0.029。计算公式如下:

$$\omega_{AHP-CRITIC} = \frac{\omega_{AHP_i} + \omega_{CRITIC_i}}{\sum_{i=1}^n (\omega_{AHP_i} + \omega_{CRITIC_i})} \quad (4)$$

2.5.5 综合评价结果的比较 将 AHP 法、CRITIC 法、AHP - CRITIC 混合加权法得到的各个权重系数运用到综合评分中,得到的评分结果见表 4。从直观分析来看,3 种评分方法结果差异较小,通过相关系数进行分析,AHP 法与 CRITIC 法之间的相关系数为 1,AHP 法与 AHP - CRITIC 混合加权法之间的相关系数为 1,CRITIC 法与 AHP - CRITIC 混合加权法之间的相关系数为 1,三者之间的相关性显著($P < 0.01$),即在水提取法中 3 种赋权法得到的评分结果具备一致性。但就权重系数而言,AHP 法与 CRITIC 法之间的相关系数为 0.575,AHP 法与 AHP - CRITIC 混合加权法之间的相关系数为 0.700,相关性较差,表明 2 种方法所反映的信息叠加性不强,AHP - CRITIC 混合加权法平衡了主观因素和客观因素的影响,所呈现的综合评分结果更加合理、科学,能更好贴合实际情况。

表 4 AHP、CRITIC、AHP - CRITIC 权重系数评分

Tab 4 Weight coefficient scoring of AHP, CRITIC and AHPCRITIC

序号	AHP	CRITIC	AHP - CRITIC
1	3307.29	560.93	538.66
2	4773.66	811.56	778.91
3	5608.07	953.35	915.01
4	5547.53	941.44	903.93
5	3268.45	555.80	533.41
6	4370.91	747.13	716.20
7	4677.24	791.96	760.79
8	6452.29	1093.88	1050.55
9	4274.86	726.17	697.09

2.6 正交试验

2.6.1 提取工艺的确定 根据 AHP - CRITIC 权重系数对结果进行综合评分,采用 SPSS 软件进行直观分析和方差分析,结果见表 5、6。

表 5 正交试验综合评分结果直观分析

Tab 5 Intuitive analysis table of comprehensive scoring results of orthogonal test

序号	A	B	C	综合评分
1	1	1	1	538.66
2	1	2	2	778.91
3	1	3	3	915.01
4	2	1	2	903.93
5	2	2	3	533.41
6	2	3	1	716.20
7	3	1	3	760.79
8	3	2	1	1050.55
9	3	3	2	697.09
K1	744.19	734.46	768.47	
K2	717.85	787.62	793.31	
K3	836.14	776.10	736.40	
R	118.30	53.16	56.91	

表 6 正交试验综合评分结果方差分析

Tab 6 Analysis of variance of comprehensive scoring results of orthogonal test

因素	离差平方和	df	均方	F	P (0.05)
A	23143.051	2	11571.525	0.114	>0.05
B	4693.017	2	2346.508	0.023	>0.05
C	4883.665	2	2441.833	0.024	>0.05
误差	202681.625	2	101340.812		

由表 5 正交试验综合评分直观分析表可知最佳提取工艺为 $A_3B_2C_1$, 由极值分析可知 3 个因素的主次关系为 $A > C > B$ 。由表 6 正交试验综合评分结果方差分析表可知各因素对综合评分无显著性影响, 考虑到工业生产综合成本及药材提取率, 最终确定提取工艺为 $A_3B_2C_2$, 即 10 倍加水量, 提取时间为 1.5 h, 提取次数为 2 次。

2.6.2 验证试验 为验证正交试验结果的准确性, 保证清热灵口服液提取工艺的合理可靠, 按正交试验优选出的提取工艺 $A_3B_2C_2$ 进行 3 次重复性验证试验。验证试验结果见表 7。

表 7 提取工艺验证试验结果

Tab 7 Results of extraction process verification experiment

序号	黄芩苷 (mg/mL)	连翘苷 (mg/mL)	出膏率 (%)
1	3.2	0.12	36.33
2	3.1	0.12	36.14
3	3.2	0.12	36.61

提取工艺验证结果表明 $A_3B_2C_2$ 提取工艺稳定可靠, 3 批样品各指标含量的 RSD 值均 $< 2\%$, 组间无显著性差异, 表明提取工艺重复性良好, 可为清热灵口服液的提取工艺提供参考。

3 讨论与结论

本研究在优化清热灵口服液水提取工艺的过程中, 选择黄芩苷、连翘苷和出膏率为评价指标。采用多指标正交实验进行工艺优选时, 要解决指标成分间量纲不一致的矛盾问题, 因此需要引入权重, 根据复方配伍规律, 充分考虑到中药有效成分指标理化特性, 合理地设置监测指标并引入权重, 可大大降低分析难度^[9]。本研究通过比较 AHP 法、CRITIC 法、AHP - CRITIC 混合加权法所赋权重获得正交试验结果综合评分, 并通过相关系数进行分析, 分析结果表明水提取法中 3 种赋权法得到的评分结果具备一致性, 但就权重系数而言, 3 种方法所反映的信息叠加性不强。AHP - CRITIC 混合加权法平衡了主观因素和客观因素的影响, 所呈现的综合评分结果更加合理、科学, 能更好贴合实际情况。

AHP 法以主观评价为基础得到了各指标的权重系数, 同时将评价指标两两之间比较判断的优先信息得以量化, 基本体现了清热灵口服液中各指标对复方的贡献程度以及主次顺序; 此时 CRITIC 法就显得有所不同, 其不仅可以有效地避免 AHP 法主观赋予权重时存在的偏颇, 能够更为客观地得到相应指标的权重系数, 同时还兼顾到了赋予的权重系数与复方中各指标成分之间相关性和数据变异性的关系, 但 CRITIC 法往往忽视指标间的轻重关系, 不能体现清热灵口服液复方的配伍规律^[10]。相比之下, AHP - CRITIC 混合加权法就显得更为科学、合理且贴合实际, 该方法结合了 AHP 法和 CRITIC 法 2 种分析方法的优点, 在注重客观的同时又不失主观, 且较单一的评价方法而言能够更加全面地反映复方中各成分信息, 更有效地区分整个样本数据, 进一步保证了综合评价结果的准确性和可靠性^[11-12]。本实验通过 AHP - CRITIC 混合加权法对清热灵口服液提取工艺评价指标进行赋权,

并通过方差分析,筛选出科学、合理且贴合实际的清热灵口服液提取工艺,为清热灵口服液的相关制剂研究及工业化大生产提供参考。

参考文献:

[1] 沈健. 清热灵颗粒辅助治疗儿童流行性感冒热邪壅肺证 78 例临床观察[J]. 中医儿科杂志, 2021, 17(3):4.

Shen J. Clinical observation of 78 cases of influenza heat pathogen obstructing lung in children treated with Qingreling Granules [J]. Journal of Pediatrics of Traditional Chinese Medicine, 2021, 17(3):4.

[2] 徐金钟, 邢丽红, 王书芳, 等. HPLC - UV 定量分析清热灵颗粒中的 5 个成分[J]. 中国药学杂志, 2010, 45(2): 147 - 149.

Xu J Z, Xing L H, Wang S H, *et al.* Quantitative analysis of five components in Qingreling Granules by HPLC - UV [J]. Chinese Journal of Pharmacy, 2010, 45(2):147 - 149.

[3] 任爱农, 卢爱玲, 田耀洲, 等. 层次分析法用于中药复方提取工艺的多指标权重研究[J]. 中国中药杂志, 2008, 33(4):3.

Ren A N, Lu A L, Tian Y Z, *et al.* Study on multi - index weight of analytic Hierarchy process for extraction of traditional Chinese Medicine Compound [J]. Chinese Journal of Traditional Chinese Medicine, 2008, 33(4):3.

[4] 欧则民, 王锦玉, 张冰冰, 等. 基于 AHP - CRITIC 优选茯苓舒痉颗粒的提取工艺[J]. 中国中药杂志, 2022, 47(13):7.

Ou Z M, Wang J Y, Zhang B B, *et al.* Optimization of extraction process of Cistanche Shu Shu Granules based on AHP - CRITIC [J]. Chinese Journal of Traditional Chinese Medicine, 2022, 47(13):7.

[5] 刘小妹, 王姗姗, 施崇精, 等. 基于 AHP - CRITIC 权重分析的 Box - Behnken 响应面法优化参膝口服液提取工艺研究[J]. 中药材, 2019, 42(1):6.

Liu X M, Wang S S, Shi C J, *et al.* Study on Optimization of Extraction Process of Shenshi Oral Liquid by Box - Behnken Response Surface Method Based on AHP - CRITIC Weight Analysis [J]. Chinese Materia Medica, 2019, 42(1):6.

[6] 李春红. 基于多指标权重分析与正交试验优选中药复方提取条件[J]. 江西医药, 2018, 53(12):3.

Li C H. Optimization of extraction conditions of Traditional

Chinese medicine Compound based on multi - index weight analysis and orthogonal test [J]. Jiangxi Medicine, 2018, 53(12):3.

[7] 郑高利, 张信岳, 陈凯等. 清热灵颗粒药效学研究[J]. 中药药理与临床, 2001, 17(4):3.

Zheng G L, Zhang X Y, Chen K, *et al.* Study on pharmacodynamics of Qingreling Granules [J]. Pharmacology and Clinic of Traditional Chinese Medicine, 2001, 17(4):3.

[8] 刘本亮, 赵磊, 吴福祥, 等. 清热灵颗粒质量标准研究[J]. 中成药, 2004, 26(12):4.

Zheng G L, Zhang X Y, Chen K, *et al.* Study on pharmacodynamics of Qingreling Granules [J]. Pharmacology and Clinic of Traditional Chinese Medicine, 2001, 17(4):3.

[9] 李晓杰, 苑婕, 陈超. 多目标优化方法在中药组效关系研究中的应用[J]. 广东药学院学报, 2014(3):4.

Li X J, Yuan J, Chen C. Application of multi - objective optimization method in the study of group effect relationship of traditional Chinese medicine [J]. Journal of Guangdong Pharmaceutical University, 2014(3):4.

[10] 石艺婷, 何英杰, 陈芸, 等. 基于 CRITIC 法计算权重系数的枳壳综合品质研究[J]. 中国现代中药, 2019, 21(5):6.

Shi Y T, He Y J, Chen Y, *et al.* Research on Comprehensive Quality of Fructus Aurantii based on Weight Coefficient of CRITIC Method [J]. Chinese Modern Traditional Chinese Medicine, 2019, 21(5):6.

[11] 魏娟, 骆霞, 祝宇, 等. 多指标层次分析法结合 Box - Behnken 响应面法优化连翘提取工艺[J]. 中国医院药学杂志, 2021, 41(11):5.

Wei J, Luo X, Zhu Y, *et al.* Optimization of extraction process of Forsythia by multi - index analytic Hierarchy Process combined with Box - Behnken response surface method [J]. Chinese Journal of Hospital Pharmacy, 2021, 41(11):5.

[12] 郭曼曼, 汪怡, 李青松. 基于 AHP - CRITIC 权重分析结合正交设计优选宣肺止咳方水提工艺[J]. 山西中医, 2022, 38(10):4.

Guo M M, Wang Y, Li Q S. Optimization of Water Extraction Process of Xuanfei Zhike Recipe Based on AHP - CRITIC Weight Analysis Combined with Orthogonal Design [J]. Shanxi Traditional Chinese Medicine, 2022, 38(10):4.

(编辑:陈希)