

• 药剂与工艺 •

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

李 慧, 刘其南, 张 丽*, 姚卫峰*, 丁安伟

南京中医药大学 江苏省中药资源产业化过程协同创新中心, 江苏省方剂高技术重点实验室, 中药资源产业化与方剂创新药物国家地方联合工程研究中心, 江苏 南京 210023

摘要: **目的** 优选酒炖女贞子的炮制工艺。 **方法** 采用 HPLC 法同时测定红景天苷、特女贞苷、齐墩果酸, 以层次分析法 (AHP)、多指标综合评分法结合正交试验考察黄酒用量、闷润时间、炖制时间对酒炖女贞子炮制品质量的影响, 优选女贞子酒炖工艺的技术参数。 **结果** 黄酒用量及炖制时间对酒女贞子成品质量具有显著影响, 闷润时间对结果无显著影响。酒炖女贞子的最佳炮制工艺为每 100 克女贞子加黄酒 30 g, 闷润 30 min, 炖制 8 h。 **结论** 优选的炮制工艺合理可靠, 为规范女贞子饮片的炮制加工提供了参考, 建立的同时测定女贞子中 3 种成分的定量方法简便快速、重复性好, 可用于女贞子饮片的质量控制。

关键词: 女贞子; 炮制工艺; 红景天苷; 特女贞苷; 齐墩果酸; 正交试验; 层次分析法

中图分类号: R283.1 文献标志码: A 文章编号: 0253-2670(2016)16-2832-06

DOI: 10.7501/j.issn.0253-2670.2016.16.009

Optimization of processing technology of *Ligustri Lucidi Fructus* stewed with wine based on analytic hierarchy process and multi-index orthogonal test

LI Hui, LIU Qi-nan, ZHANG Li, YAO Wei-feng, DING An-wei

Jiangsu Collaborative Innovation Center of Chinese Medicinal Resources Industrialization, Jiangsu Key Laboratory for High Technology Research of TCM Formulae, and National and Local Collaborative Engineering Center of Chinese Medicinal Resources Industrialization and Formulae Innovative Medicine, Nanjing University of Chinese Medicine, Nanjing 210023, China

Abstract: Objective To optimize the processing technology of *Ligustri Lucidi Fructus* (LLF) stewed with wine. **Methods** The contents of salidroside, specnuezhenide, and oleanolic acid were simultaneously determined using HPLC. The weight coefficient of each component was evaluated by the analytic hierarchy process. With composite score as index, an orthogonal test was adopted to investigate the effects of wine amount, soaking time, and steaming time on the quality of the processed products and to optimize the technical parameters for the processing of LLF stewed with wine. **Results** Wine amount and steaming time had significant influence on the quality of products, but soaking time had no significant effect. Optimal processing parameters were as follows: 30 g of wine was added to 100 g of herbs, soaking time was 0.5 h, and steaming time was 8 h. **Conclusion** The optimized processing technology is reasonable and reliable, and it can provide a reference for the processing of LLF. The method established to simultaneously determine the contents of three components in LLF is simple, rapid, and reproducible for controlling the quality of LLF.

Key words: *Ligustri Lucidi Fructus*; processing technology; salidroside; specnuezhenide; oleanolic acid; orthogonal test; analytic hierarchy process

女贞子为木犀科女贞属植物女贞 *Ligustrum lucidum* Ait. 的干燥成熟果实, 具有滋补肝肾、明目乌发的功效, 为传统的扶正固本药。女贞子生品在补肝肾的同时偏于清肝明目、滋阴润燥, 经过炮制

收稿日期: 2016-03-31

基金项目: 国家自然科学基金项目资助 (81001599, 81573554)

作者简介: 李 慧, 硕士研究生, 主要从事中药炮制学及中药复方机制研究。Tel: 15895973661 E-mail: missyhui2012@163.com

*通信作者 张 丽, 教授, 博士生导师, 主要从事中药炮制学及中药复方机制研究。Tel: (025)85811509 E-mail: zhangli@njucm.edu.cn

姚卫峰, 副教授, 硕士生导师, 主要从事中药质量控制及代谢研究。Tel: (025)85811836 E-mail: yaowf@njucm.edu.cn

后补肝肾作用增强，且能减缓寒滑之性，故临床多以炮制品入药。女贞子历代的炮制方法有很多，主要有蒸制、酒制、盐制、药汁制等，现代的炮制方法主要以酒炖和酒蒸为主。《中国药典》2015 年版酒女贞子的炮制主要依照通则（0213）中酒炖法或酒蒸法炖至酒吸尽或蒸透^[1]，只对黄酒用量做了一定规定，而对于闷润及炖制时间都没有明确规定，各地区在炮制女贞子时，采取的工艺参数也各不相同，女贞子的炮制工艺目前仍不统一。

以往关于酒女贞子炮制工艺的研究多以齐墩果酸和熊果酸的质量分数为评价指标。齐墩果酸和熊果酸为五环三萜类化合物，被认为是女贞子的保肝活性成分^[2]，齐墩果酸为《中国药典》2005 年版女贞子的定量测定指标，但因其为脂溶性成分且在多种中药材中普遍存在，《中国药典》2010 及 2015 年版均将女贞子中量较高且专属性更强的水溶性环烯醚萜苷类成分特女贞苷作为女贞子药材的定量测定指标。

为了全面客观地反映炮制工艺对酒炖女贞子质量的影响，本实验以红景天苷、特女贞苷及齐墩果酸的量为评价指标，以黄酒用量、闷润时间及炖制时间为考察因素，采用正交试验优选酒炖女贞子炮制工艺，为女贞子炮制工艺的规范化及合理控制饮片质量提供参考。

1 仪器与材料

Agilent 1290 系列高效液相色谱系统，美国 Agilent 公司；New Classic MS 型分析天平， $d=0.01$ mg，Mettler Toledo；FA1104N 型分析天平， $d=0.1$ mg，HANGPING；KH-500B 型超声清洗器，额定功率 600 W，额定频率 40 kHz，昆山市超声仪器有限公司；电磁炉，额定功率 2 100 W，额定频率 50 Hz，美的电器公司。

女贞子饮片，批号 150201，铜陵禾田中药饮片股份有限公司，经南京中医药大学吴启南教授鉴定为木犀科女贞属植物女贞 *Ligustrum lucidum* Ait. 的干燥成熟果实；东风花雕酒，3 年陈黄酒，清爽型，会稽山绍兴酒股份有限公司。对照品红景天苷（批号 PS10062401）、特女贞苷（批号 PS0331-0020）、齐墩果酸（批号 PS0230-0025）均由成都普思生物科技股份有限公司提供，质量分数 >98%；乙腈，色谱级，美国 Tedia 公司；超纯水由 Milli-Q 系统制得，美国 Millipore 公司；甲醇为色谱纯，其他试剂均为分析纯。

2 方法与结果

2.1 多成分定量测定方法

2.1.1 色谱条件 色谱柱为 Ultimate XB-C30 柱（250 mm×4.6 mm，5 μm）；流动相为乙腈-纯水，梯度洗脱：0~5 min，5%~11%乙腈；5~12 min，11%~14%乙腈；12~13 min，14%~22%乙腈；13~24 min，22%乙腈；24~25 min，22%~93%乙腈；25~37 min，93%乙腈；体积流量 1.0 mL/min；柱温 30 °C；检测波长 215 nm；进样量 10 μL。在该色谱条件下，对照品及样品色谱图见图 1。

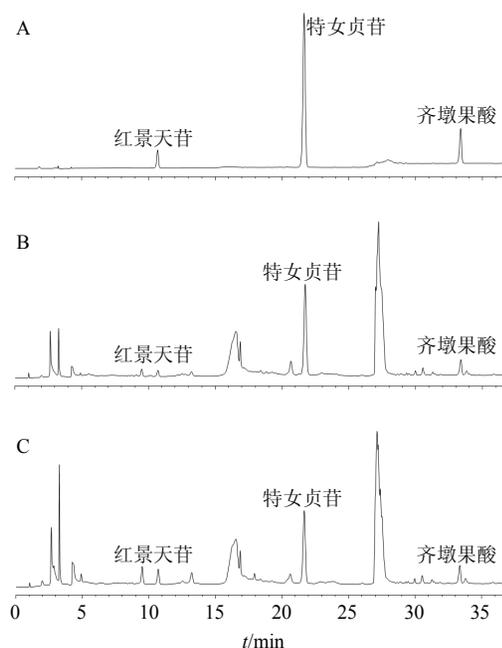


图 1 混合对照品 (A)、女贞子饮片 (B) 及酒女贞子炮制品 (最佳工艺验证 1, C) 的 HPLC 图

Fig. 1 HPLC of mixed reference substances (A), LLF pieces (B), and LLF processed with wine (C)

2.1.2 混合对照品溶液的制备 精密称取对照品红景天苷 1.92 mg、特女贞苷 17.00 mg、齐墩果酸 7.25 mg，置同一 25 mL 量瓶中，80%甲醇溶解并定容至刻度，制成红景天苷、特女贞苷、齐墩果酸质量浓度分别为 76.8、680、290 μg/mL 的混合对照品溶液。

2.1.3 供试品溶液的制备 取炮制品粉末（过 3 号筛），精密称定 0.4 g，置具塞锥形瓶中，精密加入 80%甲醇 25 mL，称定质量，超声提取 1 h，放冷，80%甲醇补足减失的质量，取适量经 15 000 r/min 离心 10 min，取上清液即得。

2.1.4 线性关系考察 精密量取混合对照品储备液 5 mL，置 10 mL 量瓶中，用 80%甲醇稀释至刻度，摇匀。按等倍法依次逐级稀释，制得一系列质量浓

度梯度的混合对照品溶液, 依法注入液相色谱仪测定, 记录峰面积。以各对照品质量浓度为横坐标 (X), 峰面积为纵坐标 (Y) 绘制标准曲线, 进行线性回归, 结果红景天苷 $Y=11.9304X+1.4799$, $r=1.0000$, 线性范围 $1.20\sim76.80\ \mu\text{g/mL}$, 检测限 (LOD) $0.21\ \mu\text{g/mL}$, 定量限 (LOQ) $0.42\ \mu\text{g/mL}$; 特女贞苷 $Y=7.9017X+9.3914$, $r=1.0000$, 线性范围 $10.63\sim680.00\ \mu\text{g/mL}$, LOD $0.26\ \mu\text{g/mL}$, LOQ $0.53\ \mu\text{g/mL}$; 齐墩果酸 $Y=3.3005X+1.0813$, $r=1.0000$, 线性范围 $15.50\sim965.20\ \mu\text{g/mL}$, LOD $1.02\ \mu\text{g/mL}$, LOQ $2.04\ \mu\text{g/mL}$ 。

2.1.5 精密度试验 取预试验所制炮制品粉末依法制备一份供试品溶液, 在“2.1.1”项色谱条件下连续进样 6 次, 计算红景天苷、特女贞苷、齐墩果酸色谱峰面积的 RSD 值分别为 2.97%、0.50%、1.31%。

2.1.6 稳定性试验 取预试验所制炮制品粉末依法制备一份供试品溶液, 室温下放置, 分别于 0、2、4、8、10、12 h 进样测定, 测得红景天苷、特女贞苷、齐墩果酸色谱峰面积的 RSD 值分别为 1.60%、0.60%、1.03%, 表明供试品溶液在制备后 12 h 内稳定性良好。

2.1.7 重复性试验 取预试验所制炮制品粉末, 依法制备供试品溶液 6 份, 测得红景天苷、特女贞苷、齐墩果酸的平均质量分数分别为 1.41、25.86、11.41 mg/g, RSD 值分别为 0.73%、1.60%、1.27%。

2.1.8 加样回收率试验 取已测定的炮制品粉末共

6 份, 每份 0.2 g, 精密称定, 置具塞锥形瓶中, 分别加入对应量的特女贞苷、齐墩果酸、红景天苷对照品, 依“2.1.3”项方法制备供试品溶液。在“2.1.1”项色谱条件下进样测定, 计算得到红景天苷、特女贞苷、齐墩果酸的平均加样回收率分别为 94.78%、101.09%、93.15%, RSD 值分别为 1.87%、1.95%、2.92%。

2.1.9 样品定量测定 取各炮制品粉末, 依法制备供试品溶液, 重复 2 次, 在上述色谱条件下进样测定, 记录各色谱峰面积, 以干燥品计算各成分的质量分数。

2.2 正交试验设计及样品制备

以《中国药典》2015 年版“0213 炮制通则”中酒炖法为参照, 选取酒炖过程中的关键参数黄酒用量 (A)、闷润时间 (B)、炖制时间 (C) 为考察因素, 在预试验的基础上各设计 3 个水平, 因素水平见表 1。按 $L_9(3^4)$ 正交表安排试验制备样品。取已净选的女贞子 100 g, 放入不锈钢饭盒中, 加入规定量黄酒拌匀, 密闭, 闷润至规定的时间, 置锅屉上, 电磁炉武火 (2 100 W, 240 °C) 加热至圆汽后改用小火 (800 W, 130 °C) 并开始计时, 炖至规定的时间, 取出放凉, 晾至半干, 烘箱中 50 °C 烘干, 自封袋密封后至阴凉干燥处, 即得。9 份炮制品均达到《中国药典》2015 年版规定的外观性状要求, 表面呈黑褐色, 微有酒香气, 且炖制时间长的炮制品颜色更深。

表 1 $L_9(3^4)$ 正交试验安排及直观分析结果

Table 1 Design and results of $L_9(3^4)$ orthogonal test

试验号	A/g	B/min	C/h	D(空白)	红景天苷/%	特女贞苷/%	齐墩果酸/%	综合评分 (Y)
1	10 (1)	30 (1)	6 (1)	(1)	0.154	2.575	0.875	78.53
2	10 (1)	60 (2)	8 (2)	(2)	0.181	2.663	0.908	86.30
3	10 (1)	90 (3)	10 (3)	(3)	0.201	2.157	0.853	84.53
4	20 (2)	30 (1)	8 (2)	(3)	0.204	2.556	0.939	91.04
5	20 (2)	60 (2)	10 (3)	(1)	0.217	2.017	0.868	86.76
6	20 (2)	90 (3)	6 (1)	(2)	0.156	2.685	0.921	80.74
7	30 (3)	30 (1)	10 (3)	(2)	0.234	2.145	0.876	92.50
8	30 (3)	60 (2)	6 (1)	(3)	0.172	2.549	0.866	82.30
9	30 (3)	90 (3)	8 (2)	(1)	0.226	2.272	0.955	93.13
K_1	83.12	87.36	80.52	86.14				
K_2	86.18	85.12	90.16	86.51				
K_3	89.31	86.13	87.93	85.96				
R	6.19	2.24	9.63	0.56				

2.3 层次分析法 (AHP) 确定各指标权重

AHP 是美国著名运筹学家 Saaty 教授于 20 世纪 70 年代初提出的一种权重决策分析方法^[3]。首先, 采用 1~9 标度法对 3 项指标进行两两比较评判重要性^[4], 见表 2, 各指标的判断优先矩阵见表 3。按照几何平均法^[5]计算各指标的权重系数^[3-4], 得到红景天苷、特女贞苷、齐墩果酸的权重系数分别为 0.570、0.333、0.097。对求得各个权重系数进行一致性检验^[3-4,6], 得一致性指标 (CI) = 0.01 ≠ 0, 接着计算随机一致性比率 (CR) = 0.02 < 0.1, 说明指标层的判断矩阵和单排序结果的一致性可以接受, 求得的权重系数合理有效, 无逻辑混乱。

表 2 目标树各层次评分标准

Table 2 Evaluation standard of target tree at different levels

相对重要性	定义
1	同等重要
3	稍重要
5	明显重要
7	强烈重要
9	绝对重要
2、4、6、8	以上相邻标度重要性的中间值
倒数	若 i 与 j 的重要性之比为 a_{ij} , 则 j 与 i 的重要性之比为 $1/a_{ij}$

表 3 指标成对比较的判断优先矩阵

Table 3 Decision matrix of paired comparison on indexes

指标	红景天苷	特女贞苷	齐墩果酸	w_i'	w_i	λ_{\max}	CI
红景天苷	1 (a_{11})	2 (a_{12})	5 (a_{13})	2.154	0.570	3.02	0.01
特女贞苷	1/2 (a_{21})	1 (a_{22})	4 (a_{23})	1.260	0.333		
齐墩果酸	1/5 (a_{31})	1/4 (a_{32})	1 (a_{33})	0.368	0.097		

$$\text{初始权重系数 } (w_i') = (a_{i1}a_{i2}\cdots a_{im})^{1/m}$$

$$\text{归一化权重系数 } (w_i) = w_i' / \sum_{i=1}^m w_i'$$

$$CI = (\lambda_{\max} - m) / (m - 1)$$

$$\text{最大特征根 } (\lambda_{\max}) = [\sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^m (a_{ij}w_j/w_i)] / m$$

$$CR = CI/RI$$

i 为判断优先矩阵中的列, j 为判断优先矩阵中的行, m 为指标的个数, RI 为判断矩阵的平均随机一致性指标, 查相关表^[5]可知 RI = 0.52

2.4 加权法综合评价女贞子酒炖工艺

采用加权综合评分法考察女贞子酒炖最佳工

艺, 根据 AHP 法计算的结果, 分别给予红景天苷 0.570、特女贞苷 0.333、齐墩果酸 0.097 的加权系数, 求出综合评分 (Y)。

$$Y_i = \text{各样品中红景天苷质量分数} / 9 \text{个样品中红景天苷最高质量分数} \times 0.570 \times 100 + \text{各样品中特女贞苷质量分数} / 9 \text{个样品中特女贞苷最高质量分数} \times 0.333 \times 100 + \text{各样品中齐墩果酸质量分数} / 9 \text{个样品中齐墩果酸最高质量分数} \times 0.097 \times 100, i = 1, 2, 3, \dots, 9$$

加权评分结果及方差分析分别见表 1、4。由直观分析可知, 各因素对炮制工艺的影响顺序为 $C > A > B$, 方差分析结果表明黄酒用量和蒸制时间因素对结果有显著性影响 ($P < 0.01$), 闷润时间对结果的影响不显著。综合分析, 确定酒炖女贞子的最佳工艺组合为 $A_3B_1C_2$, 即女贞子每 100 克加黄酒 30 g, 闷润 30 min, 蒸制 8 h。

表 4 方差分析

Table 4 Analysis of variance

方差来源	离均差平方和	自由度	方差	F 值	显著性
A	57.48	2	28.74	119.03	$P < 0.01$
B	7.53	2	3.76	15.59	$P > 0.05$
C	152.62	2	76.31	316.07	$P < 0.01$
误差 (D)	0.48	2	0.24		

$$F_{0.05}(2, 2) = 19.00 \quad F_{0.01}(2, 2) = 99.00$$

2.5 女贞子酒炖最佳工艺验证试验

按照优选出的酒炖女贞子最佳炮制工艺条件平行制备 3 批样品, 分别测定各指标成分的质量分数, 计算 Y , 并与女贞子生品进行比较, 结果见表 5。验证试验结果表明, 优选出的工艺稳定可靠, 重现性好。由最优工艺得到的酒女贞子炮制品中红景天苷质量分数约达到生品的 2 倍, 特女贞苷的质量分数与生品相比降低 34%, 而齐墩果酸的质量分数则略有降低。

3 讨论

饮片入药是中医临床用药的特色, 中药经炮制

表 5 最佳酒炖工艺验证结果

Table 5 Verification results of best wine-stewing technology

样品	红景天苷/%	特女贞苷/%	齐墩果酸/%	Y
验证 1	0.225	2.198	1.119	93.43
验证 2	0.225	2.598	1.091	98.16
验证 3	0.223	2.491	1.027	95.70
生品	0.121	3.678	1.256	87.98

后药性及药效发生变化的同时势必伴随着化学成分的改变。本研究以化学成分为导向,运用 AHP 确定各成分权重系数,以综合评分为评价指标,正交试验优选出酒炖女贞子最佳工艺为女贞子每 100 克加黄酒 30 g,闷润 30 min,炖制 8 h。优选出的女贞子炮制工艺稳定可靠,为规范女贞子的炮制加工提供了参考。

3.1 定量测定

本研究采用 HPLC 梯度洗脱方式同时测定女贞子中的水溶性成分红景天苷、特女贞苷及脂溶性成分齐墩果酸,所建立的方法快速灵敏、重现性好,为全面控制女贞子饮片质量提供了新的方法。特女贞苷的最佳检测波长为 224 nm,红景天苷在 222 nm 及 275 nm 均有较大吸收,齐墩果酸为末端吸收,为使各成分均有较高的响应值,最终选择 215 nm 为检测波长。采用 HPLC 测定齐墩果酸时,存在与其同分异构体熊果酸分离困难的问题,曾尝试不同厂家的 C₁₈、RP₁₈、ODS 等类型的色谱柱,通过降低柱温或体积流量、更改流动相比比例,均无法达到好的分离效果,最后采用含碳量高的 Ultimate XB C₃₀ 色谱柱使齐墩果酸和熊果酸的分离度达到 1.5 以上,确保了齐墩果酸定量的准确。

3.2 因素水平的设定

《中国药典》2015 年版四部中规定“蒸、煮、炖时,除另有规定外,一般每 100 kg 待炮炙品,用水或规定的辅料 20~30 kg”^[7],部分地区在炮制女贞子时黄酒用量为 10%。黄酒用量为 10%时,药材表面即可被酒液均匀湿润,当黄酒用量超过 30%时会有大量酒液在容器底部积聚。单因素试验结果表明,黄酒用量在 10%~30%各成分综合评分较高,因此选择 10%、20%、30%作为黄酒用量的考察水平。对闷润时间进行单因素考察,结果显示闷润时间在 30~90 min 各成分综合评分达到 96 分以上,因此选择 30、60、90 min 为闷润时间的考察水平。对炖制时间进行单因素考察,发现女贞子经黄酒炖制后特女贞苷质量分数明显降低,红景天苷质量分数明显升高,且二者的质量分数与炖制时间密切相关,当炖制时间低于 6 h 时,所得炮制品无法达到《中国药典》的“表面黑褐色或灰黑色”外观性状要求,当炖制时间超过 10 h 时特女贞苷的质量分数将降至生品的 55%以下,而红景天苷的质量分数将升高到生品的 2 倍以上。考虑到《中国药典》目前仍以特女贞苷作为女贞子药材及其饮片的质控标准,

且炖制时间在 6~10 h 各成分的量有较高的综合评分,因此选择 6、8、10 h 进行炖制时间的优选。

3.3 权重系数的确定

AHP 是一种将定性定量相结合的系统分析方法,将其与多指标综合评分法结合应用于炮制工艺的优选,能够更加全面、科学、客观地反映指标层对实验结果的影响。AHP 在进行赋权时,通过数理运算将各指标的重要性转变为可量化的权重系数,这一过程虽然也存在一定的主观性,但比起单纯凭借经验赋值少了盲目性和随意性,因此 AHP 逐渐受到中药研究者的关注^[8-9]。本研究在运用 AHP 确定权重时,以有关文献报道^[10-14]为基础,综合考虑各成分的药理作用及其在炮制过程中的变化对各指标进行重要性评判。

红景天苷对心脏、神经系统、肝、肾均有保护作用,还具有抗癌、抗衰老、抗骨质疏松等多种药理作用^[10],特女贞苷在大鼠胃与小肠内均可被代谢为红景天苷,更利于胃肠吸收,且红景天苷为女贞子炮制后的增量成分^[11],推测其可能为女贞子酒制后补肝肾作用增强的效应成分,由此认为红景天苷在炮制品的质量评价中有着比特女贞苷更重要的地位^[12]。齐墩果酸具有保肝作用,有研究认为,女贞子经黄酒炮制后,齐墩果酸的量有所升高^[13],也有文献认为炮制对齐墩果酸的量并无显著影响^[14],本研究则发现女贞子经炮制后齐墩果酸的量反而有所下降。考虑到齐墩果酸脂溶性极强,溶出度不理想,且女贞子传统多以水煎剂入药,故在进行两两比较时,将齐墩果酸的重要性置于红景天苷和特女贞苷之后。

参考文献

- [1] 中国药典 [S]. 一部. 2015.
- [2] 张明发,沈雅琴. 女贞子及其有效成分的保肝作用研究进展 [J]. 药物评价研究, 2014, 37(3): 280-284.
- [3] 贾成友,李微,张传辉,等. 基于多指标权重分析和正交设计法优选白黄泄热止痢片复方提取工艺 [J]. 中草药, 2016, 47(6): 917-922.
- [4] 顾志荣,潘新波,王亚丽,等. 基于 AHP 和 BPNN 结合模型优化当归烟熏加工工艺 [J]. 中国新药杂志, 2014, 23(22): 2664-2670.
- [5] 邓雪,李家铭,曾浩健,等. 层次分析法权重计算方法分析及其应用研究 [J]. 数学的实践与认识, 2012, 42(7): 93-100.
- [6] 徐俊,刘娜. 层次分析法的基本思想与实际应用 [J]. 情报探索, 2008(12): 113-115.

- [7] 中国药典 [S]. 四部. 2015.
- [8] 周亚福, 李思锋, 黎 斌, 等. 基于层次分析法的秦岭重要药用植物资源评价研究 [J]. 中草药, 2013, 44(15): 2172-2182.
- [9] 李 军, 于 翔, 龚 元, 等. 正交试验法优选菲牛蛭饲料配方研究 [J]. 中草药, 2014, 45(6): 782-785.
- [10] 韩雪娇, 郭 娜, 朱美宣, 等. 红景天苷药理作用及其作用机理研究进展 [J]. 中国生化药物杂志, 2015, 35(1): 171-175.
- [11] 张学兰, 侯 杰, 李慧芬, 等. 炖制时间对女贞子中红景天苷含量的影响 [J]. 中国现代中药, 2009, 11(4): 35-37.
- [12] 杨光明, 陈晓红, 刘 路, 等. 女贞子生品及炮制品的 HPLC 指纹图谱研究 [J]. 中草药, 2016, 47(5): 760-766.
- [13] 肖 薇, 黄 健, 陈志峰, 等. 不同炮制方法对女贞子化学成分的影响 [J]. 中国中医药信息杂志, 2015, 22(7): 82-84.
- [14] 赵资堂, 张学兰, 李慧芬, 等. 女贞子炮制过程中 2 种三萜类成分及水溶性低分子糖含量变化规律研究 [J]. 辽宁中医杂志, 2012, 39(12): 2454-2457.