

多指标综合评价结合层次分析法优化黄芩的微波酒蜜炮制工艺

李利华¹, 王巍¹, 张一美¹, 赵梦辉¹, 鞠成国^{1,2*}

1. 辽宁中医药大学 药学院, 辽宁 大连 116600

2. 国家中医药管理局中药炮制技术传承基地(辽宁), 辽宁 大连 116600

摘要: **目的** 优选黄芩的微波酒蜜制工艺。**方法** 采用单因素试验优选酒蜜比、闷润时间、微波功率、微波时间。以微波工艺中的酒蜜比、闷润时间、微波功率、微波时间为因素, 以黄芩苷、汉黄芩苷、黄芩素、汉黄芩素质量分数为指标, 采用层次分析法确定各指标权重系数, 综合加权评分为评价指标, 采用正交试验优选黄芩的微波酒蜜制工艺。**结果** 最佳微波酒蜜制工艺为取生黄芩饮片适量, 加入 25% 的酒蜜混合辅料(酒蜜比为 10:15), 置密闭容器内闷润 60 min, 在 300 W 功率下微波 3 min。**结论** 方法重复性和稳定性良好, 可用于微波酒蜜炮制黄芩。

关键词: 黄芩; 微波酒蜜炮制; 黄芩苷; 汉黄芩苷; 黄芩素; 汉黄芩素; 层次分析法; 正交试验

中图分类号: R284.2

文献标志码: A

文章编号: 1674-5515(2023)09-2195-07

DOI: 10.7501/j.issn.1674-5515.2023.09.010

Optimization of *Scutellariae Radix* added wine and honey with microwave procession by multi-index comprehensive evaluation combined with analytic hierarchy process

LI Li-hua¹, WANG Wei¹, ZHANG Yi-mei¹, ZHAO Meng-hui¹, JU Cheng-guo^{1,2}

1. School of Pharmacy, Liaoning University of Traditional Chinese Medicine, Dalian 116600, China

2. State Administration of Traditional Chinese Medicine Traditional Chinese Medicine Processing Technology Inheritance Base (Liaoning), Dalian 116600, China

Abstract: Objective To optimize processing technology of *Scutellariae Radix* added wine and honey with microwave procession. **Methods** Single factor experiment was used to optimize the wine-honey ratio, stuffiness time, microwave power, and microwave time. Wine-honey ratio, stuffiness time, microwave power, and microwave time in the microwave procession were taken as the investigation factors, the weight coefficient of baicalin, wogonoside, baicalein, and wogonin content was determined by analytic hierarchy process (AHP) method, and the comprehensive weighted score was taken as the evaluation index. Processing technology of *Scutellariae Radix* added wine and honey with microwave procession was optimized. **Results** The optimized processing technology of *Scutellariae Radix* added wine and honey with microwave procession was as following: *Scutellariae Radix* pieces were added with 25% wine and honey mixture (wine and honey with 10:15), then was placed in a closed container soaked for 60 min, and then treated with microwave at 300 W for 3 min. **Conclusion** The method has good repeatability and stability, and can be used for processing technology of *Scutellariae Radix* added wine and honey with microwave procession.

Key words: *Scutellariae Radix*; added wine and honey with microwave procession; baicalin; wogonoside; baicalein; wogonin; analytic hierarchy process; orthogonal test

黄芩最早记载于《神农本草经》, 又称枯芩、子芩、条黄芩, 是唇形科植物黄芩 *Scutellaria baicalensis* Georgi 的干燥根^[1-3]。黄芩气平, 性苦、寒, 无毒, 归肺、脾、大肠经^[4]。大量的药理研究表

明, 黄芩苷、汉黄芩苷、黄芩素、汉黄芩素等黄酮类成分为黄芩中的主要活性成分^[5], 具有抗炎、抗氧化、抗肿瘤、护肝和神经保护等作用^[6-8]。黄芩味苦、性寒, 目前临床上多采用其炮制品酒黄芩^[9-10]。

收稿日期: 2023-05-17

基金项目: 道地中药材炮制技术与标准研究项目(辽卫办发(2019)169号)

作者简介: 李利华(1997—), 女, 河南开封人, 硕士研究生, 主要从事中药炮制工艺与原理研究。E-mail: 396451685@qq.com

*通信作者: 鞠成国(1979—), 男, 辽宁大连人, 教授, 博士, 主要从事中药炮制工艺与原理研究。E-mail: jcg7092357@163.com

中医传统理论认为“酒制则升”，酒黄芩可借酒升提之力，清化上焦和四肢肤表之湿热，黄芩性寒，用辛热黄酒炮制，与寒性缓和的“以热制寒”理论一致，既能缓和黄芩的苦寒之性，又能免伤脾胃^[11]。蜂蜜气平，味甘，能补中润燥。《本草纲目》云：“和营卫润脏腑，通三焦调脾胃”，即药材经蜜制后能减轻药材本身的不良反应，提高疗效，匡扶机体正气，提高机体抗病能力。因此本实验采用酒蜜双辅料炮制黄芩，以期达到协同增效的目的。

根据全国炮制规范，各地的黄芩炮制均为酒炒法^[12]，且各版《中国药典》中收录的酒制方法也是酒炒法。传统炒制易出现火源不稳定、火候时间可控性差，受热不均等问题。微波炮制技术已被应用于多种中药的炮制^[13]。相较于传统炒制，微波炮制有似光特性和穿透特性等特性使得炮制受热均匀，且温度平稳、智能化、精确度高、操作简便^[14]。因此本实验以黄芩中代表成分黄芩苷、汉黄芩苷及其苷元类成分黄芩素、汉黄芩素为指标^[15]，采用正交试验设计结合层次分析法^[16]，对酒蜜双辅料进行黄芩微波炮制工艺进行优化，以期解析炮制原理提供依据。

1 仪器与试药

Waters e2695 型高效液相色谱仪 (Waters e2695 pump、Waters 2998 检测器，Empower3 数字处理软件)；DFT-200 型高速万能粉碎机 (浙江温岭市林大机械有限公司)；XMTD-8222 型电热恒温鼓风干燥器 (上海精宏实验设备有限公司)；KQ-250E 型医用超声波清洗器 (江苏昆山市超声仪器有限公司)；FA1004B 型电子天平 (上海精密科学仪器有限公司)；AE-240 型电子分析天平 (十万分之一，瑞士梅特勒-托利多公司)；S7G88C 型微波炉 (苏州三星电子有限公司)，DZKW 型电热恒温水浴锅 (北京市永光明医疗器械有限公司)。

黄芩苷、汉黄芩苷、黄芩素、汉黄芩素对照品均购于大连美仑生物技术有限公司，质量分数均大于 98%，批号分别为 B0321AS、O0903AS、J0227AS、M0303AS。黄酒 (批号 20190202，乙醇体积分数 10%) 购自浙江古越龙山绍兴酒股份有限公司，蜂蜜 (批号 20221012) 购自北京百花蜂业科技发展股份公司，甲醇为色谱纯，磷酸为分析纯，水为娃哈哈纯净水。

黄芩药材产地辽宁省朝阳市，批号 202109，经辽宁中医药大学李峰教授鉴定为唇形科植物黄芩

Scutellaria baicalensis Georgi 的干燥根。取黄芩药材除去杂质，置于沸水中煮 10 min，取出，切制成 2 mm 薄片，置于 60 °C 电热恒温鼓风干燥箱中干燥，即得黄芩饮片。

2 方法与结果

2.1 黄芩苷、汉黄芩苷、黄芩素、汉黄芩素的 HPLC 法测定

2.1.1 对照品溶液的制备 分别精密称取黄芩苷、汉黄芩苷、黄芩素、汉黄芩素对照品适量，用甲醇溶液制备对照品储备液。精密移取对照品储备液适量，甲醇稀释，摇匀，经 0.22 μm 微孔滤膜滤过，取续滤液，即得含黄芩苷、汉黄芩苷、黄芩素、汉黄芩素 44、21、8、8 μg/mL 的混合对照品溶液。

2.1.2 供试品溶液的制备 取黄芩粉末约 0.3 g，精密称定，加 70%乙醇 40 mL，水浴回流 3 h，冷却至室温，滤过，滤液滤至 100 mL 量瓶中，容器、滤渣用 70%乙醇进行分次洗涤，洗涤液滤入同一个量瓶内，70%乙醇加至刻度，摇匀。精密移取 1 mL 上述溶液，置 10 mL 量瓶中，加甲醇至刻度，摇匀，经 0.22 μm 微孔滤膜滤过，取续滤液，即得。

2.1.3 色谱条件 Xtimate C₁₈ 色谱柱 (250 mm×4.6 mm, 5 μm)；流动相：甲醇 (A) - 0.2%磷酸水 (B)，梯度洗脱，0~17 min：47% A，17~20 min：47%→70% A，20~30 min：70%→100% A；检测波长：280 nm；体积流量：1.0 mL/min；柱温：30 °C；进样量：10 μL。

2.1.4 系统适用性试验 取上述混合对照品溶液、供试品溶液适量，进样测定，记录色谱图，见图 1。4 种成分色谱峰峰形对称，均与基线分离，且与相邻色谱峰分离度均大于 1.5。理论塔板数按黄芩苷计不低于 2 500。

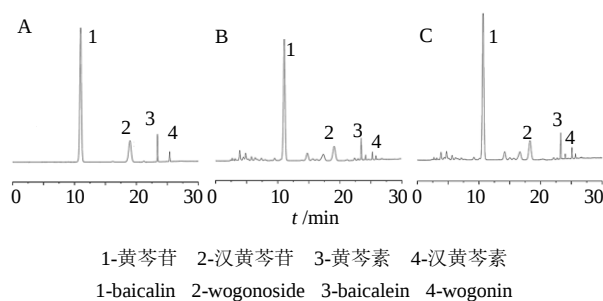


图 1 混合对照品 (A)、黄芩生品 (B)、黄芩微波酒蜜制品 (C) 的 HPLC 图谱

Fig. 1 HPLC chromatograms of mixed reference substances (A), *Scutellariae Radix* (B), *Scutellariae Radix* added wine and honey with microwave (C)

2.1.5 线性关系考察 取混合对照品溶液 10.00、5.00、1.00、0.50、0.20 mL，分别置于 10 mL 量瓶中，加甲醇至刻度，所得溶液分别含黄芩苷 43.50、21.75、4.35、2.18、0.87 $\mu\text{g/mL}$ ，含汉黄芩苷 21.00、

10.50、2.10、1.05、0.42 $\mu\text{g/mL}$ ，含黄芩素 8.00、4.00、0.80、0.40、0.16 $\mu\text{g/mL}$ ，含汉黄芩素 8.00、4.00、0.80、0.40、0.16 $\mu\text{g/mL}$ 。进样测定峰面积，以峰面积对进样质量回归得回归方程，见表 1。

表 1 各成分的线性关系

Table 1 Linear regression of each components

成分	回归方程	r^2	线性范围/ μg
黄芩苷	$Y=3\,221\,445.9 X-95\,126.0$	0.999 8	0.008 7~0.435 0
汉黄芩苷	$Y=1\,647\,552.4 X-26\,610.8$	0.999 7	0.004 2~0.210 0
黄芩素	$Y=1\,083\,325.0 X-5\,468.8$	0.999 9	0.001 6~0.080 0
汉黄芩素	$Y=1\,081\,090.0 X-5\,101.0$	0.999 7	0.001 6~0.080 0

2.1.6 精密度试验 精密吸取混合对照品溶液，连续进样 6 次，结果黄芩苷、汉黄芩苷、黄芩素、汉黄芩素峰面积的 RSD 值分别为 0.18%、0.57%、0.20%、0.44%。

2.1.7 稳定性试验 精密吸取黄芩饮片供试品溶液，于 0、2、4、6、8、10、12、24 h 进样测定，结果黄芩苷、汉黄芩苷、黄芩素、汉黄芩素峰面积的 RSD 值分别为 0.69%、0.65%、1.06%、1.64%，表明溶液于室温下放置 24 h 内基本稳定。

2.1.8 重复性试验 精密称定黄芩饮片 6 份，制备供试品溶液，进样测定，计算得黄芩苷、汉黄芩苷、黄芩素、汉黄芩素的平均质量分数分别为 12.07%、4.76%、2.31%、0.23%，RSD 值分别为 1.66%、1.37%、0.78%、1.17%。

2.1.9 回收率试验 精密称定黄芩饮片粉末 6 份，各 0.15 g，按照样品中各成分质量 1:1 比例加入各对照品，制备供试品溶液，进样测定，计算各成分的回收率，结果黄芩苷、汉黄芩苷、黄芩素、汉黄芩素的平均回收率分别为 102.22%、100.50%、100.83%、98.48%，RSD 值分别为 1.20%、1.76%、

2.10%、1.41%。

2.1.10 测定方法 取制备的对照品和供试品溶液，进 HPLC 液相色谱仪分析，记录色谱图，测定对照品溶液和供试品溶液中待测物质的峰面积，采用外标法计算各成分的质量分数。

2.2 多指标综合加权评分法

根据层次分析法 (AHP) 的原理，利用 yaahp v10.3 应用软件，将综合评分值设为决策目标，将黄芩苷、汉黄芩苷、黄芩素、汉黄芩素的权重系数设为方案层，建立判断矩阵，判断矩阵一致性比率 (CR) < 0.1 ，说明判断矩阵一致性较好，计算得到的权重系数合理有效，无逻辑混乱，结果见表 2。分别给予黄芩苷 0.600 0、汉黄芩苷 0.200 0、黄芩素 0.100 0、汉黄芩素 0.100 0 的权重系数，加权综合评分，计算综合评分值。综合评分越高，表示样品质量越好。

$$\text{综合评分} = (60 \times X/X_{\max} + 20 \times Y/Y_{\max} + 10 \times W/W_{\max} + 10 \times Z/Z_{\max}) \times 100\%$$

X 为黄芩苷的质量分数， Y 为汉黄芩苷的质量分数， W 为黄芩素的质量分数， Z 为汉黄芩素的质量分数

表 2 工艺指标的准则层判断矩阵

Table 2 Standard layer judgment matrix for process indicators

工艺指标	黄芩苷	汉黄芩苷	黄芩素	汉黄芩素	权重 (W_i)
黄芩苷	1.000 0	3.000 0	6.000 0	6.000 0	0.600 0
汉黄芩苷	0.333 3	1.000 0	2.000 0	2.000 0	0.200 0
黄芩素	0.166 7	0.500 0	1.000 0	1.000 0	0.100 0
汉黄芩素	0.166 7	0.500 0	1.000 0	1.000 0	0.100 0

一致性检验一致性比例: 0.000 0; 对综合评分的权重: 1.000 0; $\lambda_{\max}$: 4.000 0

consistency test consistency ratio: 0.000 0; the weight of the comprehensive score was 1.000 0; $\lambda_{\max}$: 4.000 0

2.3 炮制工艺单因素考察

2.3.1 酒蜜比 取生黄芩饮片, 共 6 份, 每份 20 g, 加入药材量酒蜜比 25:0、20:5、15:10、10:15、5:20、0:25 的混合辅料。置密闭容器内闷润 60 min 取出, 单层铺于密闭容器内, 置微波炉托盘上, 设定微波功率 180 W、微波时间 5 min, 考察酒蜜比对综合评分的影响, 结果见表 3。当酒蜜比为 10:15 时, 综合评分最高, 故选定酒蜜比为 10:15 进行后续的试验。

2.3.2 闷润时间 取生黄芩饮片, 共 6 份, 每份各 20 g, 按酒蜜比 10:15 加入辅料, 闷润 30、40、50、60、70、80 min 后, 单层铺于密闭容器内, 置

微波炉托盘上, 设定微波功率 180 W、微波时间 5 min, 考察闷润时间对综合评分的影响, 结果见表 4。闷润 60 min 时的综合评分最高, 故选定闷润时间 60 min 进行后续的试验。

2.3.3 微波功率 取生黄芩饮片, 共 6 份, 每份各 20 g, 加入酒蜜比 10:15 辅料, 闷润 60 min 后, 单层铺于密闭容器内, 置微波炉托盘上, 分别设定不同微波功率 100、180、300、450、600、800 W, 微波时间 5 min, 考察不同的微波功率对综合评分的影响, 结果见表 5。由结果可见微波功率为 300 W 时的综合评分较高, 故选定微波功率 300 W 进行后续的试验。

表 3 不同酒蜜比对综合评分的影响

Table 3 Effect of different nectar ratio on composite score

酒蜜比	黄芩苷/%	汉黄芩苷/%	黄芩素/%	汉黄芩素/%	综合评分
25:0	10.34	3.89	1.93	0.21	76.35
20:5	10.52	4.20	2.01	0.23	79.32
15:10	13.31	4.88	2.21	0.24	95.10
10:15	13.59	5.51	2.32	0.26	99.89
5:20	10.48	3.87	1.68	0.19	74.72
0:25	10.07	3.54	2.09	0.23	75.04

表 4 不同闷润时间对综合评分的影响

Table 4 Effect of different stuffy time on composite score

闷润时间/min	黄芩苷/%	汉黄芩苷/%	黄芩素/%	汉黄芩素/%	综合评分
30	11.24	4.14	2.11	0.23	78.78
40	13.18	5.00	2.32	0.24	91.41
50	13.18	4.88	2.83	0.27	93.82
60	14.18	5.40	2.34	0.27	98.11
70	13.01	4.84	2.23	0.25	89.90
80	12.93	4.98	2.46	0.27	91.79

表 5 微波功率对综合评分的影响

Table 5 Effect of microwave power on composite score

微波功率/W	黄芩苷/%	汉黄芩苷/%	黄芩素/%	汉黄芩素/%	综合评分
100	12.84	4.67	2.37	0.23	74.65
180	12.92	4.83	2.17	0.22	75.31
300	14.36	5.61	2.39	0.26	84.65
450	12.90	4.93	3.32	0.35	77.87
600	10.11	3.60	6.47	0.68	67.42
800	5.40	1.68	10.15	1.14	48.55

2.3.4 微波时间 取生黄芩饮片，共 6 份，每份各 20 g，加入酒蜜比 10：15 的混合辅料，闷润 60 min 后，单层铺于密闭容器内，置微波炉托盘上，设定微波功率 300 W、分别设定不同微波时间 1、2、3、4、5、6 min 对综合评分的影响，结果见表 6。微波时间为 3 min 时的综合评分较高，故选定该时间。

表 6 微波时间对综合评分的影响
Table 6 Effect of microwave time on composite score

微波时间/min	黄芩苷/%	汉黄芩苷/%	黄芩素/%	汉黄芩素/%	综合评分
1	8.68	3.20	1.56	0.17	60.36
2	12.15	4.50	2.20	0.24	84.61
3	12.92	4.86	2.78	0.30	92.20
4	11.81	4.37	2.69	0.27	84.23
5	11.47	4.21	3.22	0.34	84.55
6	9.58	3.24	4.65	0.48	77.81

2.4 正交试验

在单因素试验的基础上，以酒蜜比（A）、闷润时间（B）、微波功率（C）、微波时间（D）为考察因素，每个因素设置 3 个水平，见表 7。

以黄芩苷、汉黄芩苷、黄芩素、汉黄芩素质量分数的综合评分为评价指标，采用 L₉（3⁴）正交表优选最佳的微波酒蜜制工艺并进行方差分析，结果见表 8、9。由正交试验结果可见，各因素对综合评分的影响大小顺序依次为：A（酒蜜比）>C（微波功率）>D（微波时间）>B（闷润时间），最优组合为 A₂B₃C₂D₁。由方差分析结果，因素 A、C 对综合评分有显著影响（*P*<0.05），因素 B、D 无显著影响。正交试验结果显示当微波时间为 2 min 时，

综合评分较高，但因微波时间没有显著性差异，结合文献报道^[17]和单因素考察试验结果，最终选定的最佳微波酒蜜制工艺为取生黄芩饮片适量，加入 25%的酒蜜混合辅料（酒蜜比为 10：15），置密闭容器内闷润 60 min，在 300 W 功率下微波 3 min。

表 7 因素与水平
Table 7 Factors and levels

水平	因素			
	A	B/min	C/W	D/min
1	15：10	40	180	2
2	10：15	60	300	3
3	5：20	80	450	4

表 8 试验设计方案与结果
Table 8 Test design scheme and results

序号	A	B	C	D	黄芩苷/%	汉黄芩苷/%	黄芩素/%	汉黄芩素/%	综合评分
1	1	1	1	1	13.67	4.95	2.03	0.20	74.81
2	1	2	2	2	13.79	5.21	2.55	0.26	78.30
3	1	3	3	3	12.00	3.39	4.82	0.49	75.14
4	2	1	2	3	16.44	5.98	2.60	0.29	91.29
5	2	2	3	1	15.57	5.85	2.62	0.28	87.47
6	2	3	1	2	14.72	5.72	2.53	0.27	83.53
7	3	1	3	2	13.73	4.97	2.71	0.29	78.33
8	3	2	1	3	14.04	5.28	2.57	0.25	79.40
9	3	3	2	1	15.82	5.97	2.80	0.31	89.79
K ₁	76.083	81.477	79.247	84.023					
K ₂	87.430	81.723	86.460	80.053					
K ₃	82.507	82.820	80.313	81.943					
R	11.347	1.343	7.213	3.970					

表 9 方差分析
Table 9 Variance analysis

因素	偏差平方和	自由度	F 比	P 值
A	194.245	2	63.313	<0.05
B (误差)	3.068	2	1.000	
C	90.951	2	29.645	<0.05
D	23.659	2	7.712	

2.5 验证试验

取 3 批生黄芩饮片, 每批 100 g, 按最优微波炮制工艺平行制备 3 批酒蜜黄芩样品, 分别测定, 结果黄芩苷、汉黄芩苷、黄芩素和汉黄芩素的平均质量分数分别为 16.07%、6.04%、3.01%、0.35%, 平均评分为 98.75 分, RSD 值为 0.89%, 表明该工艺所得炮制工艺稳定可行。

3 讨论

通过全波长扫描, 确定 280 nm 为本实验的检测波长。在此波长下, 黄芩苷、汉黄芩苷、黄芩素和汉黄芩素的吸收达到最大值, 且此时色谱图基线平稳, 各色谱峰的分离度均符合相关规定, 峰形对称, 理论塔板数符合《中国药典》要求。在炮制过程中, 苷类成分在一定程度上会转化为苷元, 且结合苷元极性比苷低的特点, 对提取方式和提取溶剂进行了考察, 结果表明, 4 种黄酮类化合物的总量均以 70%乙醇回流提取 3 h 时最高。

中医传统理论认为黄芩药性苦寒, 能清热燥湿、泻火解毒, 临床多用于湿温、暑湿、高热烦渴等症。但是黄芩的苦寒之性易侵袭机体正气, 所以中医临床多用以黄酒为辅料炮制的酒黄芩。黄酒甘、辛、大热, 借助黄酒的热性来缓和黄芩的苦寒之性, 同时黄酒易入血分这一特性, 增强黄芩的清热功效。现代药理研究表明, 经酒制后, 黄芩中总黄酮类成分溶出增加, 推测其可能的机制是黄酒作为溶媒对黄酮类化合物有较好的溶解作用, 使得总黄酮含量增加, 这与黄芩酒制增效的传统观念是一致的^[18]。蜂蜜味甘性平, 具有补中缓急的功效。《本草蒙筌》中提出“蜜制甘缓难化增益元阳”^[19], 《本草纲目》曰: “甘而和平故能解毒”^[20]。药材经蜜制, 能缓和药物的偏性, 制约药物的不良反应。结果表明, 本实验酒蜜双辅料炮制的黄芩中总黄酮类化合物的溶出度增加, 符合预期设想。

中药饮片在中医临床用药中占有举足轻重的地位。在中医药文化中, 中药饮片有着独特且广泛

的价值和功效。近年来, 随着中药材市场需求量的不断加大, 对于黄芩的品质要求也越来越高, 因此, 在原有的基础上加以改进和创新, 使之更加适用于现代医药生产和临床应用。炒制、蒸制、煮制是中药炮制中经常使用的手段, 但长期以来中药炮制技术由于机制不明, 工艺粗糙, 而且在炮制过程中还受到诸多主观因素影响, 致使饮片质量很难控制^[21]。与传统炮制方法比较, 微波炮制优势包括操作简便、较易控制、能耗低、效率高、产品质量稳定等^[22]。本实验将层次分析法与判断矩阵相结合, 针对关键影响因素黄芩苷、汉黄芩苷、黄芩素、汉黄芩素分别给予相应的权重系数, 因为黄芩苷是《中国药典》中规定的主要检测成分, 并且是黄芩中发挥药效的主要活性成分, 所以给予黄芩苷 0.600 0 的权重系数^[14, 23-24], 同样为苷类成分的汉黄芩苷给予 0.200 0 的权重系数^[25-26], 而黄芩素、汉黄芩素含量较少, 且其含量与温度关系密切, 因此分别给予 0.100 0 的权重系数^[18]。

本实验采用单因素考察优选最佳的工艺参数, 并通过正交试验优选黄芩最佳的微波酒蜜炮制工艺, 结果该方法重复性和稳定性良好, 可用于微波酒蜜黄芩的炮制。另外微波炮制作为一种新兴的炮制方法能否完全代替传统炮制方法还需要做药理学、药效学、毒理学试验和相关化学成分分析和临床研究等一系列实验证明。

利益冲突 所有作者均声明不存在利益冲突

参考文献

- [1] 神农本草经 [M]. 尚志钧, 校注. 北京: 学苑出版社, 2008: 219.
- [2] 钱锦秀, 孟武威, 赵佳琛, 等. 经典名方中黄芩的本草考证 [J]. 中国实验方剂学杂志, 2023, 29(5): 84-93.
- [3] 中国药典 [S]. 一部 2020: 314.
- [4] 马栋, 李小琴, 薛幸媛, 等. 关于中药黄芩“辨状论质”的本草考证研究 [J]. 中药材, 2022, 45(10): 2516-2521.

- [5] 洪志强, 夏晓晖, 宋琳莉, 等. 高效液相色谱法测黄芩中几个成分的总含量 [J]. 中华中医药学刊, 2009, 27(8): 1646-1647.
- [6] 王津燕. 中药黄芩药理作用的研究进展 [J]. 内蒙古中医药, 2020, 39(2): 167-168.
- [7] 崔巍, 孙玉琦, 李艳伟. 不同方式处理对黄芩中4种黄酮类成分含量影响的研究 [J]. 新中医, 2019, 51(6): 20-22.
- [8] 谢苗苗, 刘婷婷, 刘静, 等. 黄芩药材指纹图谱及其黄芩苷、黄芩素、汉黄芩素含量随地区分布差异的聚类分析 [J]. 中医药导报, 2019, 25(7): 45-49.
- [9] 王学军. 黄芩酒制工艺优化研究 [J]. 商洛学院学报, 2018, 32(4): 45-48.
- [10] 刘晓文, 王毅兵, 于留荣. 黄芩酒制工艺研究 [J]. 中药材, 1999, 22(5): 239-240.
- [11] 凡梦豪, 于小慧, 朱琳, 等. 黄芩炮制历史沿革研究概况 [J]. 中国民族民间医药, 2021, 30(20): 53-57.
- [12] 陈露梦, 贺亚男, 王芳, 等. 中药微波炮制技术的研究进展 [J]. 中国中药杂志, 2020, 45(9): 2073-2081.
- [13] 李媛媛, 王巍, 鞠成国, 等. 酒仙茅的微波炮制工艺建立及与传统炮制法的比较 [J]. 中国药房, 2021, 32(18): 2223-2229.
- [14] 拱宝香. 黄芩的药理分析及炮制方法研究 [J]. 内蒙古中医药, 2017, 36(3): 138.
- [15] 裴征, 朱晓伟, 龚超. 基于层次分析法和熵值法组合的DRG指标评价体系权重赋值研究 [J]. 中国医院管理, 2020, 40(11): 69-72.
- [16] 王斌, 梁伟龙, 林钦贤, 等. 酒制延胡索微波炮制工艺的优化研究 [J]. 中国药房, 2020, 31(20): 2503-2507.
- [17] 杨云, 冯卫生, 闻永举, 等. 黄芩酒炙工艺及酒黄芩HPLC指纹图谱研究 [J]. 中成药, 2007, 29(5): 713-716.
- [18] 张建民, 张振巍, 李月梅. HPLC法测定13个不同产地酒制黄芩中4种化学成分 [J]. 中国药师, 2018, 21(2): 253-256.
- [19] 陈嘉谟. 本草蒙筌 [M]. 北京: 中医古籍出版社, 2009.
- [20] 毛云. 《伤寒论》中张仲景用药的辩证法思想 [J]. 现代中西医结合杂志, 2006, 15(2): 161-162.
- [21] 柴冲冲, 曹妍, 毛民, 等. 基于HPLC特征图谱、UPLC-Q-TOF/MS定性及多成分定量的黄芩酒炙前后化学成分变化研究 [J]. 中草药, 2020, 51(9): 2436-2447.
- [22] Fu S, Zhao Y, Ren M, et al. A randomized, double-blind, placebo-controlled trial of Chinese herbal medicine granules for the treatment of menopausal symptoms by stages [J]. *Menopause*, 2016, 23(3): 311-323.
- [23] 金鹏, 许海舰, 徐宝欣, 等. 黄芩苷研究现状及其镁盐研究前景 [J]. 中国实验方剂学杂志, 2017, 23(20): 228-234.
- [24] 宁宏. 黄芩黄酮类化学成分药理研究新进展 [J]. 内蒙古中医药, 2013, 32(15): 142-143.
- [25] 潘建超, 薛东升, 刘绍勇. 近红外漫反射光谱法快速测定黄芩药材中黄芩苷和汉黄芩苷含量 [J]. 中国医药指南, 2011, 9(34): 54-56.
- [26] 温华珍, 肖盛元, 王义明, 等. HPLC法测定不同规格并头黄芩的黄芩苷和汉黄芩苷含量 [J]. 中草药, 2005, 36(4): 600-602.

[责任编辑 解学星]