

不同原料类型的黄酒对白芍酒炙品质的影响

夏晨皓,李 圳,史佳一,潘罗星,赵 清*

(河北大学中医学院,河北 保定 071000)

【摘要】目的 比较不同种类原料酿制而成的黄酒对白芍饮片炮制后内在质量的影响,为制定炮制辅料用酒质量标准提供实验依据。**方法** 采用 Box - Behnken 响应面实验设计方法考察白芍酒炙工艺中的炮制温度(A)、炮制时间(B)、黄酒用量(C) 3 个因素,以 5 种指标性成分没食子酸、儿茶精、氧化芍药苷、芍药内酯苷、芍药苷的含量综合评分作为评价指标,建立酒炙白芍的最佳工艺。在该工艺条件下,以不同原料类型的黄酒为辅料,得到 6 个批次酒白芍成品。采用主成分分析和聚类分析法对检测结果进行综合评价。**结果** 黍米黄酒组的饮片中含没食子酸、儿茶素、氧化芍药苷、芍药苷含量均高于其他黄酒组,小米黄酒组中芍药内酯苷含量高于其他组。主成分分析综合评分结果为:黍米黄酒 > 薯干黄酒 > 糯米黄酒 > 小米黄酒 > 大米黄酒 > 红曲黄酒。酒白芍的最佳炮制工艺为炮制温度 84.6779℃,炮制时间为 9.5012 min,黄酒用量为 9.639%。**结论** 不同种类辅料黄酒对酒白芍饮片内在质量产生不同影响,建议选用黍米黄酒作为酒炙白芍炮制辅料用酒,Box - Behnken 响应面法优选酒白芍工艺切实可行,具有较强的实际意义,为酒白芍生产提供了科学依据。

【关键词】 酒白芍; 饮片; 黄酒; 辅料; 响应面法; 主成分分析; 聚类分析

DOI 标识:doi:10.3969/j.issn.1008-0805.2024.15.13

【中图分类号】R283 **【文献标识码】**A **【文章编号】**1008-0805(2024)15-3390-07

白芍为毛茛科植物芍药 *Paeonia lactiflora* Pall. 的干燥根,具有养血调经、敛阴止汗、柔肝止痛、平抑肝阳的功效,临床可用于治疗血虚萎黄、月经不调、自汗、盗汗、胁痛、腹痛、四肢挛痛、头痛眩晕^[1]。现代研究表明,白芍的化学成分主要为单萜类、挥发油类、三萜类及黄酮类化合物等,如代表性的没食子酸、氧化芍药苷、芍药内酯苷、芍药苷、苯甲酸、1,2,3,4,6-O-五没食子酰葡萄糖、苯甲酰芍药苷等^[2]。白芍属于寒性药物,味道苦酸。用酒炮制过的白芍称为酒白芍,其寒性缓解,具有养血和营、缓急止痛、敛阴平肝等功效。酒作为一种辅料,在中药领域中有着广泛的应用。传统炮制用酒一般为黄酒,而黄酒有众多种类,可根据原材料、含糖量、酒精度的不同来进行分类^[3,4]。通过查阅酒白芍相关研究,发现关于辅料酒的研究文献不多,仅刘爽等的研究发现酒炙白芍适用的辅料酒为 15% vol 的黄酒^[5]。传统的黄酒采用粮食酿造,原料类型可以分为大米、小米、黍米、红曲米、高粱米、红薯干等,而大米又可分为粳米、籼米和糯米。各种粮食原料由于淀粉、蛋白质、维生素、微量元素和色素等组成不同,所以,加入酒曲酿熟后,在酒精度、含糖量和芳香性成分的组成方面,也存在差异。

本研究采用 Box - Behnken 试验法对酒炙白芍工艺进行优化,以芍药苷、芍药内酯苷、氧化芍药苷、儿茶素、没食子酸含量综合评分为指标,建立了大米黄酒炙

白芍的最佳工艺。在此工艺条件下,又制备出了以糯米黄酒、小米黄酒、黍米黄酒、红曲米黄酒和薯干黄酒为辅料的酒白芍,采用主成分分析和聚类分析法对指标性成分检测结果进行综合评价,旨在为炮制辅料用酒的质量标准建立提供参考依据。

1 仪器与材料

1.1 仪器

Ultimate 3000 型高效液相色谱仪,美国 Thermo Fisher Scientific 公司;KQ - 500E 型超声清洗机,昆山市超声仪器有限公司;Pico 21 型高速台式离心机,美国 Thermo Fisher Scientific 公司;DB - 1AB 智能型不锈钢电热板,上海力辰邦西仪器科技有限公司。

1.2 药材与试剂

白芍饮片由安徽满庭芳药业有限公司提供,经河北大学梁宪茂教授鉴定为毛茛科植物芍药 *Paeonia lactiflora* Pall. 干燥根切制的饮片。没食子酸(批号为 G823163)购自上海麦克林生化科技有限公司,儿茶精、芍药苷、氧化芍药苷、芍药内酯苷对照品(批号分别为 B24298、B21148、B21472、B21149)均购自上海源叶生物科技有限公司。无水乙醇(天津市富宇精细化工有限公司)为分析纯,磷酸(天津市永大化学试剂开发中心)为色谱纯,乙腈(天津福晨化学试剂有限公司)为色谱纯,纯净水(杭州娃哈哈集团有限公司),红曲

收稿日期:2024-03-26; 修订日期:2024-08-05

基金项目:河北省重点研发计划项目 - 中医药创新专项(25372504D)

作者简介:夏晨皓(2002-),男(汉族),河北衡水人,河北大学中医学院学生。

*通讯作者简介:赵 清(1980-),女(汉族),辽宁凤城人,河北大学中医学院副教授,硕士研究生导师,博士学位,主要从事中药饮片炮制工艺与炮制机理研究工作。

黄酒(浙江红石梁集团济公家酒坊有限公司,酒精含量为 13.5% vol,生产日期 20230213),大米黄酒(浙江塔牌绍兴酒有限公司,酒精含量为 15.0% vol,生产日期 20221231),糯米黄酒(绍兴鉴湖酿酒有限公司,酒精含量为 14.0% vol,生产日期 20230211),黍米黄酒(即墨市龙山黄酒厂,酒精含量为 9.0% vol,生产日期 20230103),小米黄酒(邓州市四好酒业有限公司,酒精含量为 13.5% vol,生产日期为 20240113),地瓜黄酒(青岛辉煌酒业有限公司,酒精含量为 8.0% vol,生产日期为 20220322)。

2 方法与结果

2.1 酒精度调整

采用蒸馏法测量所购黄酒的酒精度,并使用无水乙醇将黄酒酒精度调整为 15% vol,调整前后酒精含量见表 1。

表 1 辅料黄酒信息

种类	原材料	酒精度标 示值/% vol	酒精度实 测值/% vol	调整后酒 精度/% vol
大米黄酒	大米,小麦	15.0	15.0	15.0
糯米黄酒	糯米,小麦	14.0	14.5	15.0
红曲黄酒	糯米,红曲	13.5	13.7	15.0
黍米黄酒	黍米,小麦	9.0	9.4	15.0
小米黄酒	小米,小麦	13.5	13.5	15.0
蓼干黄酒	鲜地瓜,小麦	8.0	8.1	15.0

2.2 溶液的制备

2.2.1 对照品溶液的制备

分别称取没食子酸、儿茶素、氧化芍药苷、芍药内酯苷、芍药苷对照品适量,精密称定,加甲醇溶解,配制含没食子酸 106.80 μg/mL、儿茶素 104.44 μg/mL、氧化芍药苷 109.76 μg/mL、芍药内酯苷 111.80 μg/mL、芍药苷 96.32 μg/mL 的混合对照品溶液,混匀备用。

2.2.2 供试品溶液的制备

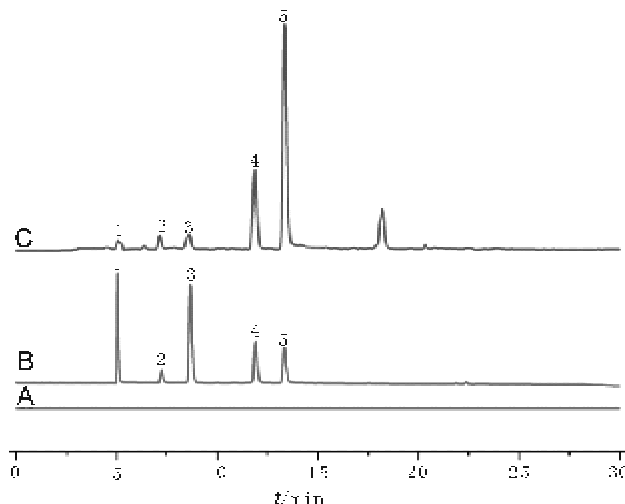
精密称定酒白芍饮片粉末(过五号筛)0.1 g,置 100 mL 锥形瓶内,加稀乙醇 50 mL,称重,超声(500 W,40 kHz)30 min,冷却至室温,加稀乙醇补足减失的质量,摇匀,滤过,取滤液进行离心(12000 r/min,10 min),上清液经 0.22 μm 微孔滤膜滤过,取续滤液,即得供试品溶液。

2.3 指标成分含量测定

2.3.1 色谱条件与系统适用性试验

色谱柱为 Sharpail-AR C18(250 mm×4.6 mm,5 μm);流动相为乙腈(A)-0.1%磷酸水(B)溶液,梯度洗脱:0~10 min,15%~20% A;10~20 min,20%~30% A;20~22 min,30%~30% A;22~26 min,30%~35% A;26~28 min,35%~37% A;28~30 min,37%~

37% A;30~32 min,37%~40% A;32~37 min,40%~45% A;37~42 min,45%~70% A,体积流量 0.8 mL/min;检测波长 230 nm;柱温 30℃;进样量 20 μL。空白样品、混合对照品溶液及供试品溶液的色谱图见图 1。



1-没食子酸 2-氧化芍药苷
3-儿茶素 4-芍药内酯苷 5-芍药苷
图 1 空白样品(A)、混合对照品(B)
和白芍样品(C)的 HPLC 图

2.3.2 专属性考察

根据图 1 可知,在本实验的色谱条件下,5 种成分的分度良好,且空白样品无干扰,表明试验专属性良好。

2.3.3 线性关系考察

取“2.2.1”项下制备的混合对照品溶液,分别梯度稀释为 5 个不同的质量浓度,照“2.3.1”项下色谱条件测定,以色谱峰面积为纵坐标(Y),样品质量浓度为横坐标(X),绘制标准曲线,计算回归方程。见表 2。

表 2 各成分线性关系

成分	回归方程	r	线性范围/μg
没食子酸	$Y=0.7376X+0.8521$	0.9976	1.068~10.680
儿茶素	$Y=1.3773X+0.0761$	0.999	1.044~10.444
氧化芍药苷	$Y=0.1575X+0.0604$	0.9979	1.0976~10.976
芍药内酯苷	$Y=0.6305X+0.0178$	0.9997	1.118~11.180
芍药苷	$Y=0.6965X-0.0568$	0.9995	0.963~9.632

2.3.4 精密度考察

按“2.3.1”项下色谱条件,精密吸取混合对照品溶液 10 μL,连续进样测定 6 次,记录各成分的峰面积,计算没食子酸、氧化芍药苷、儿茶素、芍药内酯苷、芍药苷峰面积的 RSD 值。结果显示,5 种成分的 RSD 值分别为 1.69%、1.13%、1.61%、1.48%、1.51%,表明仪器精密度良好。

2.3.5 稳定性考察

取同一份供试品溶液(单因素试验中温度为 90℃ 时制备的饮片),按“2.3.1”项下色谱条件,分别于 0、2、4、8、12、24 h 进样检测,记录各成分的峰面积,计算没食子酸、氧化芍药苷、儿茶素、芍药内酯苷、芍药苷峰面积的 *RSD* 值。结果显示,5 种成分的 *RSD* 值分别为 1.71%、1.29%、1.54%、1.37%、1.71%,表明供试品溶液在 24 h 内稳定。

2.3.6 重复性考察

取白芍生品粉末 6 份,精密称定,按“2.2.2”项下方法制备供试品溶液,按“2.3.1”项下色谱条件进样检测,记录各成分的峰面积,计算没食子酸、氧化芍药苷、儿茶素、芍药内酯苷、芍药苷质量分数的 *RSD* 值。结果显示,5 种成分的 *RSD* 值分别为 2.71%、1.17%、2.66%、1.68%、2.76%,表明该方法重复性良好。

2.3.7 加样回收率试验

取已测定 5 种成分含量的样品 6 份,每份 0.01 g,分别加入一定量的没食子酸、氧化芍药苷、儿茶素、芍药内酯苷、芍药苷对照品溶液,按“2.2.2”项下方法制备供试品溶液,按“2.3.1”项下色谱条件进样检测,记录各成分的峰面积。结果显示,没食子酸、氧化芍药苷、儿茶素、芍药内酯苷、芍药苷的平均回收率分别为 101.15%、99.31%、99.12%、100.10%,*RSD* 值分别为 1.83%、1.62%、1.86%、1.94%、1.71%,表明该方

法回收率良好。

2.4 响应面优化白芍酒炙工艺

2.4.1 试验设计及结果

根据文献以及前期单因素考察结果^[6-8],选用大米黄酒作为辅料酒,选取 3 个考察因素为自变量,即炮制温度(A)、炮制时间(B)、黄酒用量(C),每个因素均设计 3 个水平,并以没食子酸、儿茶素、芍药内酯苷、氧化芍药苷、芍药苷五种成分含量的综合评分为响应值(响应值 = 没食子酸含量/没食子酸含量最高值 × 15% + 儿茶素含量/儿茶素含量最高值 × 15% + 芍药内酯苷含量/芍药内酯苷含量最高值 × 15% + 氧化芍药苷含量/氧化芍药苷含量最高值 × 15% + 芍药苷/芍药苷含量最高值 × 40%),进行 3 因素 3 水平的 Box - Behnken 试验,从而确定酒白芍饮片的炮制最佳工艺条件。采用 Design Expert 12.0 软件中的 Box - Behnken 方案安排 17 组白芍酒炙加工的工艺条件,进行响应面回归分析,因素水平设计见表 3、试验安排结果见表 4。

表 3 酒炙白芍工艺响应面因素水平

水平	A	B	C
	炮制温度/℃	炮制时间/min	黄酒用量/%
-1	60	5	5
0	90	10	10
1	120	15	15

表 4 酒炙白芍工艺响应面优化试验设计及结果

序号	A/℃	B/min	C/%	没食子酸含量 /mg · g ⁻¹	氧化芍药苷含量 /mg · g ⁻¹	儿茶素含量 /mg · g ⁻¹	芍药内酯苷含量 /mg · g ⁻¹	芍药苷含量 /mg · g ⁻¹	综合 评分
1	60	5	10	1.231	8.470	1.510	9.979	23.806	86.337
2	120	5	10	1.270	7.673	1.253	9.021	21.825	79.093
3	60	15	10	1.375	6.428	1.168	9.825	24.375	82.525
4	120	15	10	0.952	6.851	1.360	10.098	19.409	73.260
5	60	10	5	1.301	6.610	1.171	10.629	23.652	81.919
6	120	10	5	1.316	7.736	1.230	9.858	21.558	80.002
7	60	10	15	1.285	6.005	1.355	11.354	24.098	84.048
8	120	10	15	1.169	6.491	1.184	9.711	20.462	74.502
9	90	5	5	1.292	6.975	1.333	10.688	24.317	84.870
10	90	15	5	1.319	7.343	1.499	10.696	25.561	89.057
11	90	5	15	1.354	6.936	1.347	9.810	24.956	85.495
12	90	15	15	1.226	6.328	1.324	9.738	25.055	83.245
13	90	10	10	1.504	9.762	1.738	12.182	24.360	96.298
14	90	10	10	1.425	10.367	1.659	11.686	23.531	93.847
15	90	10	10	1.330	10.135	1.637	11.862	23.141	91.999
16	90	10	10	1.357	9.132	1.554	12.567	23.879	92.085
17	90	10	10	1.555	10.087	1.472	11.871	23.178	92.743

2.4.2 方差分析及数据处理

以白芍中所含成分的综合评分为因变量,采用 Design Expert 12.0 软件对 A、B、C 进行响应面回归分析。通过多元回归模拟分析,得到酒炙白芍有效成分综合评分的预测值(Y)对炮制温度(A)、炮制时间(B)和黄酒

用量(C)的二次多项回归方程模型:

$$Y = 93.3944 - 3.4965A - 0.9635B - 1.06975C - 0.50525000000001AB - 1.90725AC - 1.60925BC - 9.319825A^2 - 3.770825B^2 - 3.956825C^2$$

对该回归模型进行方差分析,结果见表 5。拟合得

到二次多项式模型的 $P < 0.05$, 存在显著性, 说明在研究范围内该模型具有统计学意义。因素 AB、A2 对响应值的影响差异具有统计学意义 ($P < 0.05$), 因此, 3 种因素对响应值的影响并非是简单的线性关系, 所选试验因素之间存在着显著的交互作用。回归方程失拟项 $P = 0.2386 > 0.05$, 并无显著性差异, 表明模型拟合度良好、试验误差小。因此, 可以采用此模型优化酒炙白芍工艺。使用 Design Expert 12.0 软件进行拟合, 以三维效应面曲线图直观表现出炮制温度、炮制时间和黄酒用量的两两交互作用对酒炙白芍工艺的影响, 结果见图 2。炮制温度和炮制时间的交互作用响应面图坡度较陡, 说明炮制温度和炮制时间的交互作用较强, 对所考察成分的含量影响显著; 黄酒用量与炮制温度、黄酒用量与炮制时间的交互作用响应面图坡度较缓, 说明这 2 个交互作用较弱, 对所考察成分的含量影响较小。

根据 Design Expert 12.0 软件分析计算, 使用大米黄酒的最优工艺条件为炮制温度 84.6779°C , 炮制时间为 9.5012 min , 黄酒用量为 9.639% , 理论计算得分为 93.7916 。

2.4.3 验证实验

为方便实验操作, 根据“2.4.2”项优选出的酒炙白芍最佳工艺参数, 进行相应调整, 将最佳工艺参数修正

为炮制温度 84.70°C 、炮制时间 9.50 min 、黄酒用量为 9.60% 。平行制备 3 批样品, 按“2.3.1”项下色谱条件测量饮片成分含量, 得出综合评分为 91.9687 , 与预测值 93.7916 的相对误差为 1.94% , 表明本实验所建数学模型准确可靠, 预测能力较强, 酒炙白芍最佳工艺条件重现性好。

表 5 回归模型方差分析结果

来源	平方和	自由度	均方	F 值	P 值
模型	675.64	9	75.07	15.88	0.0007
A - 温度	97.80	1	97.80	20.69	0.0026
B - 时间	7.43	1	7.43	1.57	0.2503
C - 用量	9.15	1	9.15	1.94	0.2066
AB	1.02	1	1.02	0.2160	0.6562
AC	14.55	1	14.55	3.08	0.1228
BC	10.36	1	10.36	2.19	0.1823
A2	365.72	1	365.72	77.38	< 0.0001
B2	59.87	1	59.87	12.67	0.0092
C2	65.92	1	65.92	13.95	0.0073
残差	33.08	7	4.73		
失拟项	20.36	3	6.79	2.13	0.2386
误差	12.72	4	3.18		
总离差	708.72	16			

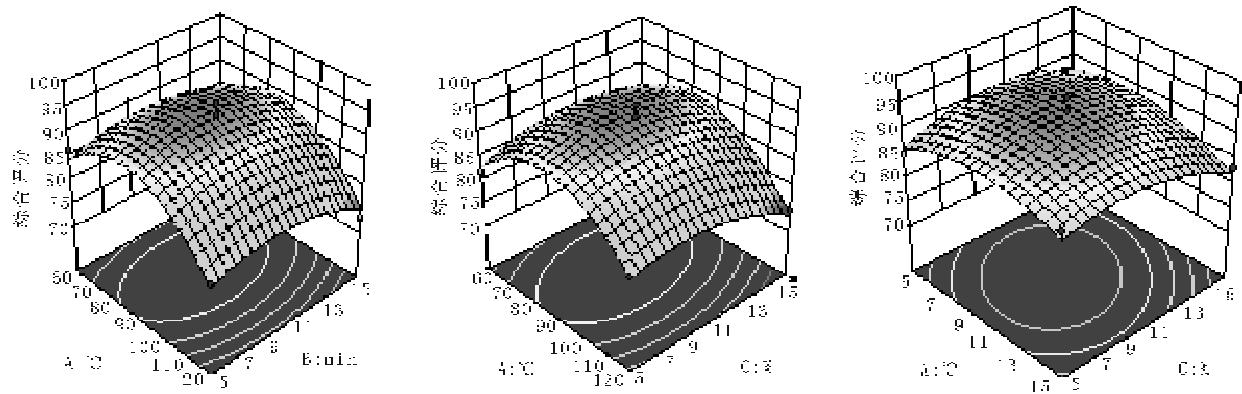


图 2 炮制温度、炮制时间和黄酒用量的交互作用响应面

2.5 主成分分析

按“2.4.3”项下条件制备酒白芍饮片, 并按“2.3.1”项下条件测量饮片成分含量, 采用 SPSS 26.0

统计软件对表 6 中酒白芍的没食子酸、氧化芍药苷、儿茶素、芍药内酯苷、芍药苷含量进行主成分分析, 计算主成分特征值、累计贡献率及主成分得分等。

表 6 不同辅料黄酒对酒白芍饮片中主要成分平均含量的影响

$\text{mg} \cdot \text{g}^{-1}$

组别	没食子酸	氧化芍药苷	儿茶素	芍药内酯苷	芍药苷
红曲组	2.312292813	18.78710655	1.00423255	9.749737189	22.98192002
大米组	2.140491453	23.83604876	1.100394445	9.215617452	23.35930341
小米组	2.154619089	20.71496066	1.110720109	9.959574257	23.88237639
糯米组	2.694870614	25.37334276	1.163374546	9.851970213	24.21110515
薯干组	3.020913222	24.71460192	1.10270239	9.236514974	23.55250391
黍米组	3.066155956	25.58587221	1.170396798	9.410230655	24.32156254

$n = 2$

2.5.1 主成分分析

由表 7 特征值和方差贡献率及图 3 碎石图得知,特征值 $\lambda_1 = 3.178$, $\lambda_2 = 1.302$, 其他特征值均小于 1; 特征值 λ_1 的贡献率为 63.551%, λ_2 的贡献率为 26.047%, 前 2 个特征值的累计贡献率达 89.598%, 故提取其为主成分。

表 7 特征值和方差贡献率

成分	初始特征值			提取载荷平方和		
	总计	方差贡献率/%	累积方差贡献率/%	总计	方差贡献率/%	累积方差贡献率/%
1	3.178	63.551	63.551	3.178	63.551	63.551
2	1.302	26.047	89.598	1.302	26.047	89.598
3	0.456	9.116	98.713			
4	0.063	1.265	99.978			
5	0.001	0.022	100			

成分 1: 氧化芍药苷; 成分 2: 儿茶素; 成分 3: 芍药苷; 成分 4: 没食子酸; 成分 5: 芍药内酯苷

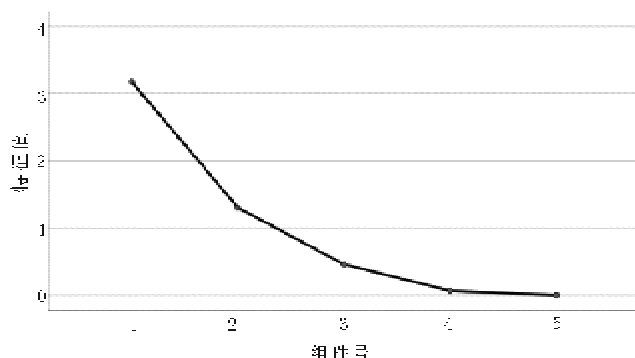


图 3 不同辅料酒对酒白芍饮片影响的碎石图

由表 8 主成分矩阵对主成分荷载进行计算得出其特征向量, 根据特征向量求得主成分 1、2 的得分 F_1 、 F_2 , 并根据主成分 1、2 的方差贡献率为权重系数计算得综合评分: $F = 0.63551 \times F_1 + 0.26047 \times F_2$

表 8 不同辅料酒对酒白芍饮片影响的主成分矩阵

化合物	主成分 1	主成分 2
氧化芍药苷	0.944	-0.215
儿茶素	0.932	0.280
芍药苷	0.854	0.505
没食子酸	0.771	-0.269
芍药内酯苷	-0.306	0.922

2.5.2 综合评分

按综合评价函数计算出不同组别酒白芍饮片的综合得分, 并按其综合得分进行降序排序, 结果见表 9。由表 9 可知, 不同种类黄酒酒炙白芍饮片综合评分结果为: 黍米组 > 薯干组 > 糯米组 > 小米组 > 大米组 > 红曲组。

表 9 不同辅料对酒白芍饮片影响的主成分得分及综合评价结果

组别	F_1	F_2	F	排序
红曲组	20.83847055	14.21063691	16.94450102	1
大米组	22.24018339	14.47875994	17.90514155	2
小米组	23.75834674	13.05883814	18.50010251	3
糯米组	24.70556922	12.78869939	19.03170883	4
薯干组	25.15087259	13.54511332	19.51172671	5
黍米组	25.56106286	13.11121006	19.65938794	6

2.6 聚类分析

将 6 种黄酒制备而成的酒白芍饮片中的有效成分含量结果导入 SPSS26.0 统计软件, 利用组间联接聚类法和欧氏距离平方进行系统聚类分析, 结果见图 4。6 种样品被分为 2 大类, 其中第 1 类包括 4 种样品, 第 2 类包括红曲组和小米组两种。根据欧氏距离, 又将第 1 组进一步分为 2 个亚组, 第 1 亚组包括糯米组、黍米组和薯干组 3 批样品, 第 2 亚组仅有大米组一种。根据聚类分析结果, 可见采用小米黄酒或红曲黄酒所炮制的酒白芍与糯米、黍米、薯干和大米组四批次的样品在所含有效成分含量上存在较大差异。由于各种黄酒的酒精浓度均为 15% vol, 所以不同类别黄酒炮制的样品之间存在的差异, 可能与黄酒中芳香性成分的种类和含量有关。同时, 也可以知道, 红曲米黄酒与小米黄酒的内在组成上更为接近。

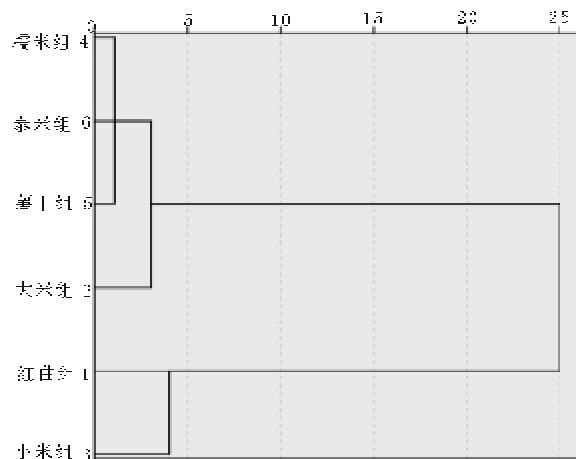


图 4 6 批不同种类黄酒提取成分的聚类分析图

3 讨论

白芍为毛茛科植物芍药的干燥根, 具有养血调经, 敛阴止汗, 柔肝止痛, 平抑肝阳的功效, 主治血虚萎黄、月经不调、崩漏、自汗、盗汗、胁肋脘腹痛、四肢挛急疼痛、肝阳上亢、头痛眩晕^[1]。而黄酒作为中药炮制中重要的液体辅料, 具有活血通络、祛风散寒、矫味矫臭的作用^[6]。《医宗粹言》载“切片酒炒过则不患酸寒伐生气, 行血分得酒尤力大”, 《握灵本草》载“芍药泻脾火, 性味酸寒, 冬月必以酒炒, 凡腹痛多是血脉凝涩, 亦必酒炒

用。因此白芍经酒炙过后除了具备白芍的功效之外,更偏向于养血活血的功效,所以酒白芍具有养血和营,敛阴平肝,缓中止痛,敛阴收汗的功效,主治胸腹胁肋疼痛,泻痢腹痛,自汗盗汗,阴虚发热,月经不调,崩漏,带下。酒白芍在临床方面有着广泛的应用。

本研究使用不同种类辅料黄酒做为实验材料,但因市面上流通的黄酒的厂家繁多,而导致所购黄酒的酒精度不同,所以在实验过程中通过使用无水乙醇进行调配使不同种类辅料黄酒的酒精度达到相同酒精度。根据实验,可发现在酒曲方面,黄酒所使用酒曲对酒白芍饮片各成分的影响为:小麦曲>红曲,在原材料方面,黄酒所用原材料对酒白芍炮制的影响为:黍米>薯干>糯米>小米>大米。通过本研究发现黄酒中可能存在某些化学成分,这些成分可在酒炙过程中对白芍中化学成分产生影响。但由于黄酒中所含成分复杂,有上千种化学成分,其中包含酚酸,黄酮,有机酸,生物碱,糖类,氨基酸及其衍生物等多种物质^[9],具体为其中何种物质在酒炙白芍过程中发挥作用以及发挥作用的机制有待查明。

针对酒炙白芍炮制用酒的问题,本实验进行研究,在考虑黄酒原材料,炮制时间,温度以及黄酒用量的情况下,可发现不同种类辅料黄酒对酒白芍饮片成分有着不同的影响。本实验使用 Design Expert 12.0 软件中的 Box-Behnken 方案优化酒白芍的炮制工艺,通过选用酒精度为 15% vol 的大米黄酒,得到了酒白芍最佳炮制工艺:在炮制温度 84.6779℃,炮制时间为 9.5012 min,黄酒用量为 9.639% 时,为酒白芍的最佳炮制工艺。

由主成分分析综合评分结果可知:不同种类辅料黄酒对酒白芍饮片内在质量有重要影响,综合评分黍米组>薯干组>糯米组>小米组>大米组>红曲组,提示应选用黍米黄酒作为炮制辅料,但关于炮制辅料黄酒中对酒炙饮片质量产生影响的其他有效成分还有待进一步研究。综上所述,为保证酒炙白芍中药饮片质量,建议选用黍米黄酒作为炮制辅料用酒,且其酒精度不少于 15.0% vol,可发现不同种类辅料黄酒所制酒白芍饮片综合评分结果为:黍米组>薯干组>糯米组>小米组

>大米组>红曲组。

由聚类分析可知,6 批样品被分为 2 大类,其中第 1 类包括 4 种样品,第 2 类包括 2 种。因不同种类的黄酒产地不同,考虑到白芍酒炙时所选用的黄酒为药企就近购买,因此在企业购买过程中应优先考虑黍米黄酒,薯干黄酒和糯米黄酒作为辅料黄酒。

黄酒种类繁多,根据酿造原料,酒精度,总糖量的不同而进行分类^[3],而 2020 版中国药典的炮制通则仅对黄酒的用量进行了规范,并未对黄酒的来源和内在成分有明确规定,因此各个企业选用的黄酒质量不一,从而导致饮片质量有所差异,所以对炮制所用黄酒制定相应的标准有重要意义。

本研究以不同原料类型的黄酒为考察对象,以常用的养血活血药白芍为载体,探讨了黄酒对酒白芍内在质量的影响,为中药炮制领域辅料用酒质量标准的建立提供了参考依据。

参考文献:

- [1] 国家药典委员会. 中国药典,一部[S]. 北京:中国医药科技出版社,2020:155.
- [2] 张燕丽,田阔,付起凤,等. 白芍的化学成分和药理作用研究进展[J]. 中医药学报,2021,49(2):104.
- [3] 李小宁,龚千锋,于欢,等. 液体炮制辅料应用概况[J]. 江西中医药大学学报,2016,28(2):117.
- [4] 国家市场监督管理总局. 黄酒:GB/T 13662-2018[S]. 北京:中国标准出版社,2018:1.
- [5] 刘爽,张振凌,李军,等. 基于主成分分析法评价不同种类辅料对酒白芍饮片的影响[J]. 中药材,2019,42(1):78.
- [6] 胡丽,金传山,张伟,等. 正交试验优选酒白芍的炮制工艺[J]. 中国实验方剂学杂志,2015,21(1):45.
- [7] 胡丽,金传山,张伟,等. 不同炮制方法对白芍质量的影响[J]. 安徽中医药大学学报,2015,34(2):91.
- [8] 张玖捌,张伟,王彬,等. 基于 Box-Behnken 响应面法的白芍产地加工与炮制生产一体化工艺研究[J]. 中草药,2022,53(18):5657.
- [9] Wang J, Wang D, Huang M, et al. Identification of nonvolatile chemical constituents in Chinese Huangjiu using widely targeted metabolomics[J]. Food Research International, 2023, 172: 113226.

Influence of different raw materials on the quality of wine white peony

XIA Chen-hao, LI Zhen, SHI Jia-yi, PAN Luo-xing, ZHAO Qing*

(Hebei University, Baoding 071000, China)

Abstract: **Objective** To compare effects of rice wine made from different raw materials on the internal quality of *Paeoniae Radix Alba* slices after the preparation process, and to provide experimental basis for establishing the quality standard of wine used as processing accessories. **Methods** The three factors of processing temperature (A), processing time (B) and dosage of rice wine (C) were investigated by using the Box Behnken response surface design method. The comprehensive score of 5 index components, gallic acid, catechin,

oxypaeoniflorin, albiflorin and paeoniflorin, were used as the evaluation index. Establish the best process of preparing *Paeoniae Radix Alba* pieces with wine. Under this process condition, 6 batches of *Paeoniae Radix Alba* pieces with wine were obtained with different types of yellow rice wine as auxiliary materials. Principal component analysis and cluster analysis were used to evaluate the detection results. **Results** The contents of gallic acid, catechin, oxypaeoniflorin and paeoniflorin in the decoction pieces of broomcorn millet rice wine group were higher than those of other rice wine groups, and the content of albiflorin in foxtail millet rice wine group was higher than that of other groups. The results of principal component analysis were as follows: broomcorn millet rice wine > dried potato rice wine > glutinous rice wine > foxtail millet rice wine > rice wine > red yeast rice wine. The best processing technology of *Paeoniae Radix Alba* pieces with wine; the optimum processing temperature was 84.6779°C , the processing time was 9.5012 min, and the dosage of rice wine was 9.639%. **Conclusion** Different kinds of auxiliary rice wine have different effects on the intrinsic quality of *Paeoniae Radix Alba* slices. It is recommended to use broomcorn millet rice wine as the auxiliary wine for the preparation of wine *Paeoniae Radix Alba* pieces. The Box - Behnken response surface method is feasible and has strong practical significance, which provides a scientific basis for the production of wine *Paeoniae Radix Alba* pieces.

Key words: Wine *Paeoniae Radix Alba*; Prepared in pieces; Yellow rice wine; Auxiliary materials; Response surface method; Principal component analysis; Cluster analysis

(责任编辑:张秀兰)