

引用:王艾琳,谢瑜,王青,聂孝平,谭文波,张文云.多指标综合评价结合层次分析法探讨防风不同炮制工艺[J].
中医导报,2023,29(4):30-34.

多指标综合评价结合层次分析法探讨 防风不同炮制工艺*

王艾琳¹,谢瑜¹,王青¹,聂孝平¹,谭文波¹,张文云²
(1.湖南中医药大学第二附属医院,湖南 长沙 410005;
2.长沙新林制药有限公司,湖南 长沙 410203)

[摘要] 目的:考察防风传统加工中润药工艺及产地趁鲜加工干燥工艺,为提高防风饮片质量提供依据。
方法:考察不同产地防风的传统加工及产地趁鲜加工工艺,采用HPLC法测定各防风饮片中升麻素苷、升麻素、
5-O-甲基维斯阿米醇苷和亥茅酚苷的含量,通过多指标综合评价结合层次分析法综合加权评分比较防风的
不同炮制工艺。结果:防风中升麻素苷、升麻素、5-O-甲基维斯阿米醇苷、亥茅酚苷在一定浓度范围内呈良好的线
性关系,相关系数(r)均大于0.999 6;平均加样回收率为98.13%~99.16%, RSD 为0.97%~1.33%。传统加工中不同润
药方式和鲜药材趁鲜加工后经不同干燥方式所得防风饮片各项指标具有一定差异,防风鲜药材趁鲜加工后冷冻
干燥或防风药材经10℃冷水闷润1h后加工,再经60℃鼓风干燥的炮制工艺较好,其中升麻素苷、升麻素、5-O-
甲基维斯阿米醇苷成分能最大程度被保留。结论:该工艺条件可为防风的传统生产及产地趁鲜加工提供参考。

[关键词] 防风;产地加工;炮制工艺;层次分析法;含量测定

[中图分类号] R284.1 [文献标识码] A [文章编号] 1672-951X(2023)04-0030-05

DOI:10.13862/j.cn43-1446/r.2023.04.006

To Explore Different Processing Techniques of Fangfeng (*Saposhnikovia* *Radix*) Base on Multi-index Comprehensive Evaluation Combined with Analytic Hierarchy Process

WANG Ailin¹, XIE Yu¹, WANG Qing¹, NIE Xiaoping¹, TAN Wenbo¹, ZHANG Wenyun²

(1.The Second Affiliated Hospital of Hunan University of Chinese Medicine, Changsha Hunan 410005, China;

2.Changsha Xinlin Pharmaceutical Co., Ltd., Changsha Hunan 410203, China)

[Abstract] Objective: To investigate the moistening technology of traditional processing of Fangfeng (*Saposhnikovia* *Radix*) and the drying technology of fresh processing in the place of origin, so as to provide a basis for improving the quality of Fangfeng (*Saposhnikovia* *Radix*). Methods: The traditional processing and fresh processing techniques of Fangfeng (*Saposhnikovia* *Radix*) from different origins were investigated. The contents of prim-O-glucosylcimifugin, cimifugin, 4'-O-beta-Glucopyranosyl-5-O-Methylvisamminol and sec-O-glucosyl-hamaudol were determined by HPLC. The different processing techniques of Fangfeng (*Saposhnikovia* *Radix*) were compared by multi-index comprehensive evaluation combined with analytic hierarchy process. Results: The linear relationship of prim-O-glucosylcimifugin, cimifugin, 4'-O-beta-Glucopyranosyl-5-O-Methylvisamminol and sec-O-glucosylhamaudol in Fangfeng (*Saposhnikovia* *Radix*) was good in a certain concentration range, and the correlation coefficient (r) were all greater than 0.999 6. The average recovery was 98.13%~99.16%, RSD was 0.97%~1.33%. There were certain differences in various indicators of the prepared pieces of Fangfeng (*Saposhnikovia* *Radix*) in different moistening methods and different drying methods after fresh cut of fresh medicinal materials in traditional processing. The processing technology of fresh medicinal materials of Fangfeng (*Saposhnikovia* *Radix*) was better, such as freeze-drying after fresh-cutting or soaking in cold water at 10℃ for 1 hour, and then drying by air blast at 60℃. The processing technology was better, among which the components of prim-O-glucosylcimifugin, cimifugin, 4'-O-beta-Glucopyranosyl-5-O-Methylvisamminol can be retained to the greatest extent. Conclusion: The process conditions can provide reference for the traditional production and fresh processing of Fangfeng (*Saposhnikovia* *Radix*).

[Keywords] Fangfeng (*Saposhnikovia* *Radix*); origin processing; processing technology; analytic hierarchy process; content determination

*基金项目:湖南省中医药管理局项目(A2022005,D2022137)

通信作者:谢瑜,E-mail:454587952@qq.com

防风为伞形科植物防风[*Saposhnikovia divaricata* (Turcz.) Schischk.]的干燥根。防风味微温,味辛、甘,具有祛风解表、胜湿止痛、止痉的功效^[1]。防风中含有色原酮、香豆素、挥发油^[2-3]等成分,其中色原酮作为主要活性成分,具有解热、镇痛、抗炎等^[2-5]作用。防风临床常用于治疗感冒头痛^[6]等疾病。防风药材炮制工艺是否合理直接影响饮片质量及其临床疗效。《洪氏集验方》始载防风趁鲜“切薄片”^[7]。2008年版《北京市中药饮片炮制规范》^[8]和1997年版《内蒙古自治区中药饮片切制规范》^[9]提及“闷润”,且有多省份生产企业使用该工艺。2020年版《中华人民共和国药典》中沿用《太平惠民和剂局方》^[10]中防风的传统加工方式“药材洗净,润透,切厚片,干燥”^[11]。2021年内蒙古产区提倡防风产地趁鲜加工,减少鲜药干燥,避免复润切制时部分有效成分水解。现代关于防风传统加工方法中切制、干燥等工序^[11-13]研究较深入,但忽略了润药工序的重要性。润药方法的选择不仅决定药材切制的难易程度及后续干燥时间,对减少药材有效成分流失也具有重要影响。因此,防风鲜药材趁鲜加工和传统润药加工方式对其有效成分含量影响如何有待进一步比较研究。

本研究通过收集多个产区的防风鲜药材,以升麻素苷、升麻素、亥茅酚苷、5-O-甲基维斯阿米醇苷的含量为评价指标,采用综合加权评分及层次分析法^[14-15],比较趁鲜加工与传统加工方法对防风饮片外观性状及内在成分含量的影响,探讨防风的传统炮制工艺,旨在为指导各产区防风实际生产提供技术参考。

1 材料与仪器

1.1 材料 防风药材样品采集于俄罗斯、内蒙古、东北、河北、安徽、甘肃6个地区。防风样品采集见表1。经湖南中医药大学第二附属医院王青主任药师鉴定为伞形科防风[*Saposhnikovia divaricata*(Turcz.)Schischk.]的干燥根。

表1 不同产地防风样品采集表

编号	栽培方式	收集状态	采集地点
JG1	野生品	鲜药材	俄罗斯
JG2	野生品	鲜药材	内蒙古海拉尔市新巴尔虎旗
JG3	野生品	药材	内蒙古海拉尔市阿荣旗
JG4	野生品	鲜药材	内蒙古海拉尔市巴彥托海镇
JG5	野生品	鲜药材	黑龙江省佳木斯市
JG6	野生品	鲜药材	辽宁省建昌市
JG7	野生品	鲜药材	黑龙江省佳木斯市
JG8	栽培品	鲜药材	河北省安国市
JG9	栽培品	鲜药材	内蒙古赤峰市牛营子镇
JG10	栽培品	鲜药材	甘肃省
JG11	栽培品	鲜药材	河北省张家口
JG12	栽培品	鲜药材	安徽省亳州市

1.2 仪器与试剂 Aigent-1260高效液相色谱仪(安捷伦仪器设备有限公司);KQ-100B型超声波清洗器(昆山市超声仪器有限公司);FW177型中草药粉碎机(天津市泰斯特仪器有限公司);AG-285型十万分之一电子天平(瑞士Mettler公司);B23ZH型水分测定仪[奥豪斯仪器(常州)有限公司];CT-C-III型热风循环烘箱(台州博大制药机械科技有限公司);BP200B

型刨片机(亳州康华制药设备有限公司);常压蒸煮池自制。

升麻素苷对照品(批号:MUST-22022704,纯度:98.42%)、升麻素对照品(批号:MUST-22062117,纯度:99.33%)、5-O-甲基维斯阿米醇苷对照品(批号:MUST-22072610,纯度:99.66%)、亥茅酚苷对照品(批号:MUST-220071618,纯度:98.69%)均购自成都曼思特生物科技有限公司;甲醇为色谱纯;实验用水为超纯水,其他试剂均为分析纯。

2 方法与结果

2.1 色谱条件 色谱柱为依利特C₁₈色谱柱(4.6 mm×250 mm, 5 μm),以甲醇-水为流动相,梯度洗脱程序见表2。流速为1.0 mL/min,检测波长为254 nm,柱温为30 ℃,进样量为10 μL。

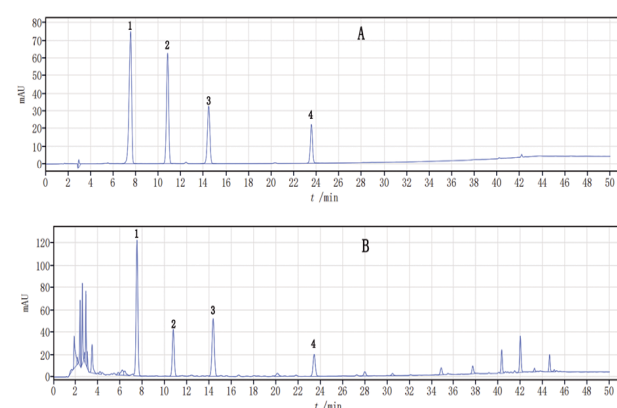
表2 梯度洗脱程序

时间(min)	水(%)	甲醇(%)
0~15	60.0	40.0
15~30	50.0	50.0
30~40	30.0	70.0
40~50	10.0	90.0

2.2 混合对照品溶液的制备 分别精密称取5-O-甲基维斯阿米醇苷、亥茅酚苷、升麻素苷、升麻素适量,置于10 mL容量瓶中,甲醇定容至刻度,摇匀,制成5-O-甲基维斯阿米醇苷、亥茅酚苷、升麻素苷、升麻素质量浓度分别为0.825 7、0.775 3、0.810 6、0.849 9 mg/mL对照品储备液。分别精密吸取各对照品储备液,制备成5-O-甲基维斯阿米醇苷、亥茅酚苷、升麻素苷、升麻素质量浓度分别为24.771、11.631、64.852、29.747 μg/mL的混合对照品溶液。

2.3 供试品溶液的制备 取防风细粉约0.5 g,精密称定,置25 mL具塞锥形瓶中,加入80%甲醇20 mL,称定质量,超声处理(250 W, 50 kHz)45 min,放冷,再称定质量,用80%甲醇补足减失的质量,摇匀,0.45 μm微孔滤膜滤过,收集续滤液,即得。

2.4 系统适用性试验 按照“2.1”项下的色谱条件,分别精密吸取混合对照品溶液与供试品溶液各10 μL,注入高效液相色谱仪,测定并记录色谱图。在上述条件下,升麻素苷、升麻素、5-O-甲基维斯阿米醇苷、亥茅酚苷与其他杂质峰无干扰,相邻色谱峰分离度大于1.5,理论板数不少于4 000。色谱图见图1。



注:A.混合对照品;B.供试品。1.升麻素苷;2.升麻素;3.5-O-甲基维斯阿米醇苷;4.亥茅酚苷

图1 HPLC图

2.5 方法学考察

2.5.1 线性关系考察 分别吸取“2.2”项下对照品储备液,加适量甲醇逐级稀释到不同浓度。制成升麻素苷质量浓度依次为 16.213、64.852、81.065、121.598、162.130、202.663 $\mu\text{g/mL}$ 的溶液,升麻素质量浓度依次为 8.499、29.747、42.495、67.992、84.990、101.988 $\mu\text{g/mL}$ 的溶液,亥茅酚苷质量浓度依次为 3.877、7.753、11.631、23.262、31.016、38.770 $\mu\text{g/mL}$ 的溶液;5-O-甲基维斯阿米醇苷质量浓度依次为 8.257、24.771、41.285、66.056、82.570、99.084 $\mu\text{g/mL}$ 的溶液。分别精密吸取 10 μL 进样,按照“2.1”项下色谱条件,测定峰面积,以对照品浓度(X , $\mu\text{g/mL}$)为横坐标,以峰面积(Y)为纵坐标,分别绘制标准曲线。得升麻素苷的线性回归方程: $Y=18.377X-27.796(r=0.9999)$; 5-O-甲基维斯阿米醇苷的线性回归方程: $Y=20.409X-18.606(r=0.9996)$; 亥茅酚苷的线性回归方程: $Y=25.462X-24.905(r=0.9996)$; 升麻素的线性回归方程: $Y=29.12X-41.587(r=0.9997)$ 。

2.5.2 精密度试验 精密吸取“2.3”项下供试品溶液,按“2.1”项下色谱条件,连续进样 6 次,测定并记录峰面积,结果升麻素苷、5-O-甲基维斯阿米醇苷、亥茅酚苷和升麻素峰面积的 RSD 分别为 0.49%、0.49%、0.50%、0.47%。表明仪器精密度良好。

2.5.3 稳定性试验 精密吸取“2.3”项下供试品溶液,按“2.1”项下色谱条件,常温条件下分别于 0、2、4、8、12、24 h 依次进样,测定并记录峰面积。结果升麻素苷、5-O-甲基维斯阿米醇苷、亥茅酚苷和升麻素峰面积的 RSD 分别为 0.85%、0.18%、1.03%、0.30%。表明供试品溶液在 24 h 内稳定。

2.5.4 重复性试验 精密称取同一供试品细粉 6 份,按“2.3”项下方法制成供试品溶液,按“2.1”项下色谱条件分别测定,结果升麻素苷、5-O-甲基维斯阿米醇苷、亥茅酚苷和升麻素的平均含量分别为 0.315%、0.133%、0.051%、0.098%, RSD 分别为 1.27%、1.23%、0.95%、1.36%。表明该测定方法重复性良好。

2.5.5 加样回收率试验 称量已知含量的同一样品细粉约 0.25 g,精密称定,共 6 份,分别精密加入升麻素苷对照品 1.0 mL、升麻素对照品 0.4 mL、5-O-甲基维斯阿米醇苷对照品 0.3 mL、亥茅酚苷对照品 0.16 mL。按“2.3”项下方法制备供试品溶液,按“2.1”项下色谱条件进行含量测定,计算升麻素苷、升麻素、5-O-甲基维斯阿米醇苷、亥茅酚苷的平均加样回收率分别为 98.85%、98.34%、99.16%、98.13%, RSD 分别为 0.97%、1.33%、1.28%、1.08%。表明该方法的准确度良好。(见表 3)

表 3 加样回收率试验结果

化学成分	样品中含量(μg)	加入量(μg)	测得量(μg)	加样回收率(%)	平均加样回收率(%)	RSD (%)
升麻素苷	746.68	810.60	1545.28	98.39	98.85	0.97
	731.41	810.60	1538.01	99.45		
	806.38	810.60	1606.98	98.76		
	734.04	810.60	1547.64	100.41		
	784.48	810.60	1577.08	97.71		
	794.72	810.60	1592.32	98.36		

续表 3:

化学成分	样品中含量(μg)	加入量(μg)	测得量(μg)	加样回收率(%)	平均加样回收率(%)	RSD (%)
升麻素	233.75	254.97	480.96	96.68	98.34	1.33
	224.34	254.97	473.71	97.50		
	247.30	254.97	502.17	99.96		
	236.24	254.97	487.21	98.31		
	243.72	254.97	496.79	99.22		
	246.76	254.97	498.33	98.62		
5-O-甲基维斯阿米醇苷	318.44	330.28	651.72	100.94	99.16	1.28
	311.69	330.28	632.97	97.11		
	334.13	330.28	660.41	98.80		
	312.99	330.28	641.27	99.36		
	334.08	330.28	663.90	99.86		
	341.61	330.28	668.09	98.89		
亥茅酚苷	119.28	124.05	240.93	97.99	98.13	1.08
	120.24	124.05	242.26	98.31		
	125.72	124.05	246.76	97.61		
	124.54	124.05	246.92	98.66		
	127.73	124.05	251.40	99.70		
	126.09	124.05	245.76	96.53		

2.6 不同加工工艺评价

2.6.1 综合加权评分法^[16] 根据层次分析法,运用 SPSS Statistics 27 软件,将综合评分设为目标,将升麻素苷、升麻素、5-O-甲基维斯阿米醇苷、亥茅酚苷的评分权重设为方案层,通过判断矩阵率(CR) <0.1 ,数据合理,符合逻辑,权重分配结果见表 4。确定升麻素苷、升麻素、5-O-甲基维斯阿米醇苷、亥茅酚苷的权重系数分别 36.825%、28.817%、26.039%、8.319%,再利用加权法,计算综合 OD 值。

表 4 成分指标准则层判断矩阵

成分指标	升麻素苷	升麻素	5-O-甲基维斯阿米醇苷	亥茅酚苷	权重(%)
升麻素苷	1	2	1	4	36.825
升麻素	1/2	1	2	3	28.817
5-O-甲基维斯阿米醇苷	1	1/2	1	4	26.039
亥茅酚苷	1/4	1/3	1/4	1	8.319

2.6.2 防风药材不同润药工艺对比 取同一批野生品防风鲜药材(JG3),分 4 份,每份 500 g,分别以 10 $^{\circ}\text{C}$ 冷水淋润 2 h、30 $^{\circ}\text{C}$ 温水淋润 1 h、10 $^{\circ}\text{C}$ 冷水闷润 1 h、常压直通蒸汽润药 10 min 将防风润药至合适软度,机切厚片后用 60 $^{\circ}\text{C}$ 鼓风干燥。所得 4 份防风饮片按“2.3”项下方法制备供试品溶液,在“2.1”项下色谱条件下进样,测得升麻素苷、升麻素、5-O-甲基维斯阿米醇苷、亥茅酚苷的含量,并计算 4 种色原酮(升麻素苷、升麻素、5-O-甲基维斯阿米醇苷、亥茅酚苷)总含量及综合 OD 值。结果显示,10 $^{\circ}\text{C}$ 冷水闷润 1 h 工艺加工后的防风饮片皮部颜色加深,呈棕红色,其升麻素苷、升麻素含量、色原酮总含量及综合 OD 值最高;10 $^{\circ}\text{C}$ 冷水淋润 2 h 工艺加工后的防风饮片中 5-O-甲基维斯阿米醇苷、亥茅酚苷含量最高;润药的温度及时间与升麻素苷、升麻素的含量成反比。经比较,10 $^{\circ}\text{C}$ 冷水闷润 1 h 或 10 $^{\circ}\text{C}$ 冷水淋润 2 h 工艺优于其他润药工艺。(见表 5)

表 5 不同润药工艺指标成分含量

工艺	升麻素苷(%)	升麻素(%)	5-O-甲基维斯阿米醇苷(%)	亥茅酚苷(%)	色原酮总含量(%)	综合OD值
10℃冷水淋润2 h	0.315	0.098	0.133	0.051	0.597	94.37
30℃温水淋润1 h	0.304	0.092	0.104	0.040	0.540	84.03
10℃冷水闷润1 h	0.353	0.104	0.126	0.049	0.632	98.30
常压直通蒸汽润药10 min	0.294	0.078	0.093	0.036	0.501	76.39

2.6.3 防风鲜药材趁鲜切制不同干燥工艺对比 取同一批栽培品防风鲜药材(JG9),分4份,每份500 g,测得水分(70±5)%。其中3份鲜药材洗净,机切至约5 mm,分别以60℃鼓风干燥法、冷冻干燥法、晒干法制成饮片;第4份鲜药材洗净,晒至水分约50%,机切至约5 mm,60℃鼓风干燥法制成饮片。上述4份防风饮片,按“2.3”项下方法制备供试品溶液,在“2.1”项下色谱条件下进样,测得升麻素苷、升麻素、5-O-甲基维斯阿米醇苷、亥茅酚苷的含量,并计算4种色原酮总含量及综合OD值。结果显示,冷冻干燥法综合OD值最高,且采用冷冻干燥法干燥的防风饮片中升麻素苷含量和色原酮总含量最高;60℃鼓风干燥法干燥的防风饮片中5-O-甲基维斯阿米醇苷含量最高;与晒干法比较,冷冻干燥法干燥的防风饮片升麻素苷含量提高了15.2%。研究发现,药材先晒,外表皮水分快速挥发,造成外硬内软的质地,切制过程中易产生连刀、外皮破碎及切面不平整的现象,影响外观质量并使饮片得率降低约15%,故晒干法+60℃鼓风干燥法不建议使用。经比较,防风鲜药材趁鲜切片后经冷冻干燥法或60℃鼓风干燥法干燥优于其他干燥方法。

表 6 不同干燥工艺指标成分含量

工艺	升麻素苷(%)	升麻素(%)	5-O-甲基维斯阿米醇苷(%)	亥茅酚苷(%)	色原酮总含量(%)	综合OD值
60℃鼓风干燥法	0.233	0.110	0.217	0.027	0.587	96.66
冷冻干燥法	0.242	0.115	0.213	0.027	0.597	97.23
晒干法	0.210	0.100	0.198	0.026	0.534	88.77
晒干法+60℃鼓风干燥法	0.220	0.115	0.202	0.025	0.562	94.18

2.7 防风鲜药材趁鲜加工与药材传统加工工艺对比 取12批不同产地的防风鲜药材,测得水分(65±3)%,每批分4等份,每份200 g。其中2份防风鲜药材按趁鲜加工流程:趁鲜机切至厚度约5 mm,分别以冷冻干燥法、60℃鼓风干燥法制成饮片;剩余2份将鲜药材按传统加工流程:洗净,晒干[测得水分(8±0.5)%],再分别采用10℃冷水闷润1 h、10℃冷水淋润2 h,润至水分(15±1.0)%,切厚片,60℃鼓风干燥法制成饮片。上述经不同炮制工艺加工成的40份防风饮片,按“2.3”项下方法制备供试品溶液,在“2.1”项下色谱条件下进样测定,结果见表7。结果表明,防风鲜药材趁鲜加工后采用冷冻干燥法干燥或防风药材经传统10℃冷水闷润1 h后采用60℃鼓风干燥法干燥,对防风饮片含量影响较小。经过不同加工工艺,各成分平均含量有差异,主要成分含量见雷达图2。其中以升麻素苷、升麻素及5-O-甲基维斯阿米醇苷差异较大。防风鲜药材经趁鲜加工后冷冻干燥制得的饮片中升麻素苷、5-O-甲基维斯阿米醇苷含量最高。防风药材经10℃冷水闷润1 h后切制,再经60℃鼓风干燥制得饮片较鲜药材趁鲜加工或药材经10℃冷水淋润2 h后切制,再经60℃鼓风干燥制得饮片中

升麻素苷和5-O-甲基维斯阿米醇苷的含量分别提高了3.86%、1.02%。

表 7 不同产地加工工艺各成分含量结果

样品编号	加工方式	考察工序	升麻素苷(%)	升麻素(%)	5-O-甲基维斯阿米醇苷(%)	亥茅酚苷(%)	色原酮总量(%)
JG1	传统加工	10℃冷水闷润1 h	0.348	0.095	0.125	0.062	0.630
JG2			0.380	0.092	0.144	0.060	0.676
JG4			0.351	0.093	0.187	0.048	0.679
JG5			0.679	0.075	0.245	0.029	1.028
JG6			0.362	0.092	0.177	0.062	0.693
JG7			0.515	0.108	0.205	0.051	0.879
JG8			0.254	0.112	0.162	0.017	0.545
JG10			0.266	0.112	0.209	0.013	0.600
JG11			0.207	0.030	0.145	0.019	0.401
JG12			0.164	0.035	0.072	0.006	0.277
JG1	传统加工	10℃冷水淋润2 h	0.327	0.088	0.131	0.064	0.610
JG2			0.322	0.086	0.138	0.064	0.610
JG4			0.332	0.090	0.165	0.049	0.636
JG5			0.624	0.072	0.279	0.032	1.007
JG6			0.354	0.073	0.183	0.065	0.675
JG7			0.482	0.089	0.181	0.049	0.802
JG8			0.221	0.109	0.186	0.017	0.533
JG10			0.217	0.116	0.178	0.014	0.525
JG11			0.183	0.043	0.152	0.023	0.401
JG12			0.147	0.029	0.061	0.006	0.243
JG1	趁鲜加工	冷冻干燥	0.399	0.129	0.144	0.068	0.740
JG2			0.406	0.129	0.148	0.068	0.751
JG4			0.381	0.109	0.189	0.060	0.738
JG5			0.704	0.089	0.286	0.033	1.112
JG6			0.413	0.089	0.188	0.065	0.755
JG7			0.523	0.113	0.237	0.064	0.937
JG8			0.272	0.102	0.152	0.017	0.543
JG10			0.280	0.138	0.214	0.015	0.647
JG11			0.216	0.013	0.187	0.014	0.430
JG12			0.175	0.040	0.084	0.006	0.306
JG1	趁鲜加工	60℃鼓风干燥	0.365	0.093	0.091	0.057	0.606
JG2			0.367	0.100	0.138	0.066	0.671
JG4			0.340	0.092	0.176	0.061	0.670
JG5			0.643	0.080	0.236	0.033	0.992
JG6			0.358	0.083	0.163	0.063	0.667
JG7			0.497	0.099	0.186	0.049	0.830
JG8			0.232	0.008	0.156	0.014	0.410
JG10			0.238	0.125	0.182	0.016	0.561
JG11			0.194	0.012	0.157	0.016	0.379
JG12			0.156	0.032	0.067	0.006	0.262

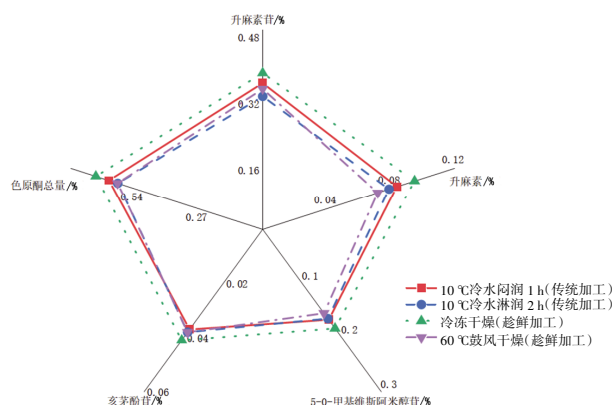


图2 不同加工方法主要成分含量雷达图

3 讨 论

本研究通过比较不同传统润药加工工艺与鲜药材趁鲜加工工艺对防风饮片质量的影响,发现经10℃冷水闷润1h后切制,用60℃鼓风干燥制得的防风饮片中升麻素苷、升麻素含量及色原酮总含量明显高于趁鲜加工经60℃鼓风干燥制得的防风饮片。冷水闷润工艺与传统“发汗”^[17]工艺原理类似,利用堆积时药材本身散发的热量,可加速药材内部水分的扩散^[18],利于软化切片及提高后续干燥速度。10℃冷水闷润1h时自行产热,可能与提高POD活性有关^[19],从而使升麻素苷、升麻素含量和4种色原酮总含量高于10℃冷水淋润2h。防风中色原酮类成分主要集中在皮部^[20],冷水闷润法使其皮部由棕黄色或棕色转变为棕红色,断面皮部的颜色深浅与内在色原酮总量,尤其是升麻素苷、升麻素呈正相关。10℃冷水闷润1h后防风药材中的非结合水较鲜防风已大幅降低,切制时最大程度减少药材与水分的接触、保留了色原酮类成分。

防风鲜药材趁鲜加工,再经60℃鼓风干燥的过程中,受自身含水量、干燥温度、干燥时间的影响。其苷类成分水解加快,加工后饮片的升麻素苷、5-O-甲基维斯阿米醇苷等含量明显低于冷冻干燥法。冷冻干燥法能将待干燥品内部水分直接由固态升华为气态^[21],最大限度减少防风中色原酮类成分的流失,从而使升麻素苷、升麻素含量明显高于60℃鼓风干燥等常规干燥方法。此外,冷冻干燥使野生品防风断面颜色鲜亮,皮部黄白色至黄色;栽培品防风质地由紧实变成疏松,皮部黄色产生裂隙,甚至裂隙延伸至木质部,造成“风眼圈、菊花心^[22]”的现象,增加了中药饮片经验鉴别的难度。

综上,本研究发现防风鲜药材趁鲜加工后经冷冻干燥制得的饮片或防风药材采用10℃冷水闷润1h后切制,再经60℃鼓风干燥制得的饮片,其升麻素苷、升麻素、5-O-甲基维斯阿米醇苷含量及色原酮总含量均高于其他方法,可为企业结合自身生产条件选择适宜生产工艺提供参考。

参考文献

[1] 国家药典委员会.中华人民共和国药典:一部[M].北京:中国医药科技出版社,2020:156.
[2] 曹思思,史磊,孙佳琳,等.防风的化学成分及药理作用研究进展[J].现代中药研究与实践,2021,35(1):95-102.

[3] 刘双利,姜程曦,赵岩,等.防风化学成分及其药理作用研究进展[J].中草药,2017,48(10):2146-2152.
[4] 辛国,李鑫,黄晓巍.防风化学成分及药理作用[J].吉林中医药,2018,38(11):1323-1325.
[5] OH S H, KIM S W, KIM D J, et al. Sec-O-glucosylhamaudol mitigates inflammatory processes and autophagy via p38/JNK MAPK signaling in a rat neuropathic pain model[J]. Korean J Pain, 2021, 34(4):405-416.
[6] 姚楠,郭璠,张宏贤,等.基于中医传承辅助平台探讨崔霞治疗儿童慢性咳嗽用药规律[J].中医导报,2020,26(4):90-93,97.
[7] 洪智慧,杜伟锋,李小宁,等.中药材产地趁鲜加工的可行性及相关建议[J].中华中医药杂志,2021,36(1):80-85.
[8] 北京市药品监督管理局.北京市中药饮片炮制规范[S].北京:化学工业出版社,2008:53.
[9] 内蒙古自治区卫生局.内蒙古自治区中药饮片切制规范[S].呼和浩特:内蒙古自治区卫生局,1977:58.
[10] 陈承.太平惠民和剂局方[M].彭建中,魏富有,点校.沈阳:辽宁科学技术出版社,1997:13.
[11] 李俊明,陈光宇,何群,等.防风饮片炮制工艺研究[J].亚太传统医药,2021,17(6):40-44.
[12] 方艳,田静,罗颂,等.响应面法优化防风中升麻素和炙甘草苷的提取工艺[J].中医药导报,2019,25(16):66-69.
[13] 王浩,田壮,郭凌阁,等.防风产地加工工艺研究[J].新疆中医药,2019,37(1):42-45.
[14] 石振武,赵敏.运用层次分析法确定指标的权值[J].科技和产业,2008,8(2):23-25.
[15] 徐晓敏.层次分析法的运用[J].统计与决策,2008(1):156-158.
[16] 刘淑兰,周艺林,林鹏等.Box-behnken响应面法优化紫红生肌软膏的醇提工艺[J].湖南中医药大学学报,2021,41(4):528-535.
[17] 朱林峰,张媛,冯紫薇,等.“发汗”对厚朴药材质量影响的研究及其工艺的建立[J].中国现代中药,2019,21(11):1551-1556,1563.
[18] 于凡.发汗与非发汗丹参体内指纹图谱与初步药效学比较研究[D].合肥:安徽中医药大学,2017.
[19] 杨景明,姜华,孟祥才.基于Na₂S₂O₄胁迫下的防风色原酮生理生态作用研究[J].中药材,2022,45(5):1041-1045.
[20] 张丹,木盼盼,郭梅,等.基于防风皮部和木部色原酮含量差异探讨抽茎防风的药用价值[J].中国中药杂志,2019,44(18):3948-3953.
[21] 王学成,伍振峰,李远辉,等.低温干燥技术在中药领域的应用现状与展望[J].中国医药工业杂志,2019,50(1):42-47.
[22] 李继红,李蓓龙,范翠丽,等.药用防风及其近缘种的性状调查[J].河北中医药学报,2014,29(4):38-41.

(收稿日期:2022-11-06 编辑:刘颖)