

猪毛蒿不同炮制方法炮制前后化学成分变化

吴怀墨¹, 袁荣贤¹, 张霞¹, 龙澍普², 李明³, 刘华³, 安钰³, 陈靖^{1,4*}

(1. 宁夏医科大学药学院, 宁夏银川 750004; 2. 中药材技术服务站, 宁夏盐池县科学技术局, 宁夏盐池 751500; 3. 宁夏农林科学院荒漠化治理研究所, 宁夏银川 750004; 4. 回医药现代化省部共建教育部重点实验室, 宁夏医科大学, 宁夏银川 750004)

摘要 [目的]研究猪毛蒿不同炮制方法炮制前后水提取物、醇提取物含量、挥发性成分以及绿原酸含量差异,为寻找猪毛蒿炮制方法奠定基础。[方法]以重量法测定水提取物、醇提取物含量,GC-MS/MS测定挥发性成分,HPLC-UV测定绿原酸含量。[结果]与生品相比,晒干品的水、醇提取物含量均显著下降;烘干品水提取物含量下降,而醇提取物含量提高;阴干品无显著差异。GC-MS/MS分析不同炮制品中挥发性成分,从生品、阴干、晒干、烘干品中分别检出25、21、27、24个色谱峰,共有的组分有13个,且猪毛蒿炮制前后既有含量的改变,也有不同结构的成分出现,晒干与生品差距最大;HPLC-UV方法测定了绿原酸含量,发现炮制后均显著下降,含量从大到小依次为生品、阴干、晒干、烘干。[结论]猪毛蒿在加工过程中应尽量采用阴干方法,以防止有效成分损失。

关键词 猪毛蒿;炮制方法;化学成分;HPLC-UV;GC-MS/MS

中图分类号 R283.1 文献标识码 A 文章编号 0517-6611(2017)35-0111-05

Variations of the Chemical Components in Different Processed *Artemisia scoparia* Waldst. et Kit.WU Huai-mo¹, YUAN Rong-xian¹, ZHANG Xia¹, CHEN Jing^{1,4*} et al (1. School of Pharmacy, Ningxia Medical University, Yinchuan, Ningxia 750004; 4. Key Laboratory of Hui Ethnic Medicine Modernization, Ministry of Education, Ningxia Medical University, Yinchuan, ningxia 750004)

Abstract [Objective] The research aimed to study the difference of water extract, alcohol extract content, volatile component and chlorogenic acid content before and after the processing of *Artemisia scoparia* in different processing methods, which laid the foundation for searching the method of processing *Artemisia scoparia*. [Method] The gravimetric method was used to determine the water and alcohol extract content. GC-MS/MS method was applied to determine the volatile component and HPLC-UV assay was used to determine the chlorogenic acid content. [Result] Compared with the crude materials, the water and alcohol extracts in the products dried in the sun decreased significantly; the content of water extract of dried product decreased, but the content of alcohol extract increased; there was no significant difference between crude and dried in the shade. GC-MS/MS analysis of volatile components in different processed products, 25, 21, 27, and 24 peaks were respectively detected in crude, dried in the shade, in the sun and in the drying oven, 13 mutual peaks were found in the four materials, and *Artemisia scoparia* before and after processing both the content of the change, there were also different components of the structure, the difference between dried in the sun and crude was the biggest. Content of chlorogenic acid determined by HPLC-UV method, that found the content was decreased significantly after processing, the content in the order below: crude > dried in the shade > dried in the sun > dried in the drying oven. [Conclusion] *Artemisia scoparia* shall be dried in the shade during the process in order to avoid the loss of the effective components.

Key words *Artemisia scoparia* Waldst. et Kit.; Processing method; Chemical components; HPLC-UV; GC-MS/MS

猪毛蒿(*Artemisia scoparia* Waldst. et Kit.)为菊科(Compositae)蒿属植物,《药典》中记载为滨蒿^[1](西北省区俗称),作为茵陈入药,又名石茵陈、山茵陈、西茵陈、北茵陈等,维吾尔语名为“亚布泉”,藏语名为“阿仲”,青海藏语名为“察尔旺”。全草含挥发油^[2-4]、绿原酸、对-羟基苯乙酮和大黄素等^[5]。其中绿原酸具有广泛的抗菌作用,有利胆、止血、增高白血球及抗病毒等药理作用^[6-7]。猪毛蒿临床上可治疗黄疸型肝炎、胆囊炎、小便色黄不利、湿疮瘙痒、湿温初起,作为蒙药用治肺热咳嗽、喘证、肺脓肿、感冒咳嗽、“搏热”、咽喉肿痛。但猪毛蒿炮制方法的研究较少,《药典》中仅记载“除去残根和杂质,搓碎或切碎。绵茵陈筛去灰屑”^[1],而不同干燥方法对猪毛蒿化学成分的影响尚不明确。为此,笔者比较了猪毛蒿生品、阴干品、晒干品、烘干品中水提取物、醇提取物、挥发性成分及指标性成分绿原酸含量差异,为猪毛蒿饮片炮制研究奠定基础。

1 材料与方法**1.1 材料**

1.1.1 新鲜猪毛蒿样品采集。2016年5月采于宁夏地区盐池沙边子,经宁夏大学李吉宁副教授鉴定为猪毛蒿(*Artemisia scoparia* Waldst. et Kit.)的干燥地上部分。

1.1.2 试验仪器。超声波清洗器(Q-500E型,昆山市超声仪器有限公司);水浴锅(北京长源实验设备厂);电子天平(AL204,梅特勒-托利多仪器上海有限公司);旋转蒸发仪(RE-52AA型,上海亚荣生化仪器厂);GC-MS QP2010气质联用仪(日本岛津);多功能粉碎机(潍坊市精华粉体工程设备有限公司);高效液相色谱仪(日立2000型,天美中国科学仪器有限公司);超纯水机(64132型,美国Labcone corporation公司);循环水多用真空泵(AKB-III型,郑州长城科工贸有限公司);电热鼓风机干燥箱(GHG-9075A型,上海一恒科学仪器有限公司)。托盘、锥形瓶、移液枪、有机系微孔过滤器(0.45 μm)、漏斗、滤纸、纱布、抽滤装置。

1.1.3 试验试剂。蒸馏水;无水乙醇(天津市大茂化学试剂厂,分析纯);石油醚(天津市大茂化学试剂厂,分析纯);超纯水(自制);磷酸(天津市大茂化学试剂厂,分析纯);甲醇(德国默克公司,色谱纯)、正己烷(天津康科德科技有限公司,色谱纯);绿原酸对照品(批号110753-201415,纯度大于98%,

基金项目 宁夏科技攻关重点研发项目(2015BN24);宁夏回族自治区大学生创新创业计划项目“¹H-NMR定量测定醋制苦豆子前后6种生物碱含量差异”。

作者简介 吴怀墨(1994—),男,湖北黄冈人,本科生,专业:中药学。*通讯作者,教授,博士,博士生导师,从事中药炮制机理研究。

收稿日期 2017-10-18

中国食品药品检定研究院)。

1.2 方法

1.2.1 猪毛蒿不同炮制品制备。取采收的药材适量,除去杂质、残根,搓碎或切碎,筛去灰屑,备用,得到猪毛蒿生品。将药材置于流水下快速清洗去泥土,洁净的药材置于托盘中,上盖一层湿润纱布,闷润8 h,根切薄片(1~2 mm),茎切段(10~15 mm)。将净选切制后的药材分别置于阴凉通风处干燥(7.6 h)、室外曝晒(4.3 h)、烘箱烘干(60 ℃,2.1 h),筛去灰屑备用,分别得到阴干品、晒干品、烘干品。

1.2.2 不同炮制品醇/水提取物含量比较。

1.2.2.1 水提取物制备。分别精密称取猪毛蒿不同炮制品3 g,各6份,置于具塞三角瓶中,加入15 mL蒸馏水,超声提取20 min;提取3次,合并滤液,置于预先精密称定的蒸发皿中(m_1),水浴上蒸至完全干燥,再次精密称重(m_2), m_1 与 m_2 之差即为水提取物量。

1.2.2.2 醇提取物制备。方法同“1.2.2.1”,以70%乙醇代替蒸馏水,制得醇提取物。

1.2.3 GC-MS/MS分析不同炮制品挥发性类成分。

1.2.3.1 药材前处理。精密称取猪毛蒿不同炮制品各5 g,置于具塞锥形瓶中,加入50 mL石油醚,置于超声清洗器中超声15 min,提取液于旋转蒸发仪上回收溶剂,并用正己烷溶解提取物,GC-MS/MS分析不同炮制品挥发性成分^[2-4]。

1.2.3.2 色谱条件。日本岛津公司GC-9A型气相色谱仪,色谱柱为DB-51(30 mm × 0.25 mm,0.25 μm)弹性石英毛细管柱,升温条件:初始温度60 ℃,保持12 min后,以6 ℃/min的速率升温至260 ℃,并保持30 min。载气He,分流比1:30,柱前压49 kPa,气化室和检测器温度均为280 ℃。

1.2.3.3 质谱条件。离子源温度200 ℃,电力电压70 Ev,扫描质量范围30~400 AEU,扫描方式EI源,扫描间隔0.5 s。

1.2.4 不同炮制品中绿原酸含量差异。

1.2.4.1 色谱条件^[8]。色谱柱为Eclipse XDB-C₁₈(4.6 mm × 250 mm,5 μm),甲醇-水-磷酸(26.0:74.0:0.1)为流动相,流速为1 mL/min,检测波长为327 nm,柱温为25 ℃;进样量20 μL。

1.2.4.2 对照品溶液的制备。精密称取绿原酸对照品5.06 mg,置100 mL棕色容量瓶中,加50%甲醇溶解并定容至刻度,摇匀,得到50.6 μg/mL标准品母液,备用。

1.2.4.3 供试品溶液的制备。取各炮制品粉末(过四号筛)0.3 g,各6份,精密称定,置具筛锥形瓶中,精密加入50%甲醇50 mL,称定重量,回流提取30 min,放冷,再称定重量,用50%甲醇足补减失的重量,摇匀,滤过,精密量取续滤液1 mL,置10 mL棕色量瓶中,加流动相定容至刻度,摇匀,即得。

1.2.4.4 标准曲线的绘制。分别精密吸取标准品储备液0.5、1.0、2.0、4.0、5.0 mL,置10 mL棕色容量瓶中,加50%甲醇定容至刻度,摇匀,即得浓度分别为2.53、5.06、10.12、20.24、25.30 μg/mL的标准品系列溶液。分别进样20 μL,以标准品浓度为横坐标(X)、峰面积为纵坐标(Y),绘制标准曲线。

1.2.4.5 精密度试验。精密吸取浓度为5.06、10.12、20.24 μg/mL的质控溶液(Quality Control, QC)对照品溶液20 μL,分别于同日内的第1、2、4、6、8小时进样,测得峰面积值,计算日内精密度(RSD)和准确度(RE);并分别于第1、2、3天进样,测得峰面积值,计算日间精密度(RSD)和准确度(RE)。

1.2.4.6 稳定性试验。取生品粉末(过四号筛)约0.3 g,按“1.2.4.3”方法制备供试品溶液,精密吸取供试品溶液20 μL,分别于第0、2、4、8、12小时进样,计算RSD。

1.2.4.7 重复性试验。精密称取样品0.3 g,各3份,按“1.2.4.3”项下供试品处理方法,测定峰面积,计算RSD。

1.2.4.8 加样回收率试验。精密称取已知含量的样品粉末,分别加入精密稳定的绿原酸对照品溶液适量,按“1.2.4.3”方法制备供试品溶液9份,进行HPLC-UV测定,计算平均加样回收率及RSD。

1.2.4.9 绿原酸含量差异比较。精密称取不同炮制品样品0.3 g,各6份,按“1.2.4.3”项下供试品处理方法,测定峰面积,计算RSD值,比较不同炮制方法对绿原酸含量的影响。

1.3 统计方法 采用Student T-Test进行统计学分析。

2 结果与分析

2.1 水提取物含量差异比较 从表1可看出,猪毛蒿不同炮制品水提取物含量从大到小依次为生品、阴干、烘干、晒干。

表1 不同炮制品水提取物含量差异

Table 1 Water extract content differences of different processed mg

组别 Group	生品 Crude	烘干 Dried in the drying oven	阴干 Dried in the shade	晒干 Dried in the sun
1	181.4	150.0	180.0	80.0
2	186.1	130.0	200.0	100.0
3	149.8	150.0	200.0	110.0
4	196.9	160.0	190.0	140.0
5	244.9	140.0	170.0	140.0
平均 Average	191.8 ± 34.5 a	146.0 ± 11.4 b	188.0 ± 13.0 a	114.0 ± 26.1 c

注:不同小写字母表示差异显著($P < 0.05$)

Note: Different lowercase letters indicate significant differences ($P < 0.05$)

2.2 醇提取物含量差异比较 从表2可看出,猪毛蒿不同炮制品水提取物含量从大到小依次为烘干、生品、阴干、晒干。

表2 不同炮制品醇提取物含量差异

Table 2 Alcohol extract content differences of different processed mg

组别 Group	生品 Crude	烘干 Dried in the drying oven	阴干 Dried in the shade	晒干 Dried in the sun
1	9.2	182.8	9.6	9.3
2	10.8	142.0	10.4	8.7
3	14.3	193.3	12.5	8.0
4	17.7	188.5	10.4	5.7
5	13.5	205.7	12.0	8.5
平均 Average	13.1 ± 3.0 b	182.5 ± 24.0 a	11.0 ± 1.0 bc	8.0 ± 1.0 d

注:不同小写字母表示差异显著($P < 0.05$)

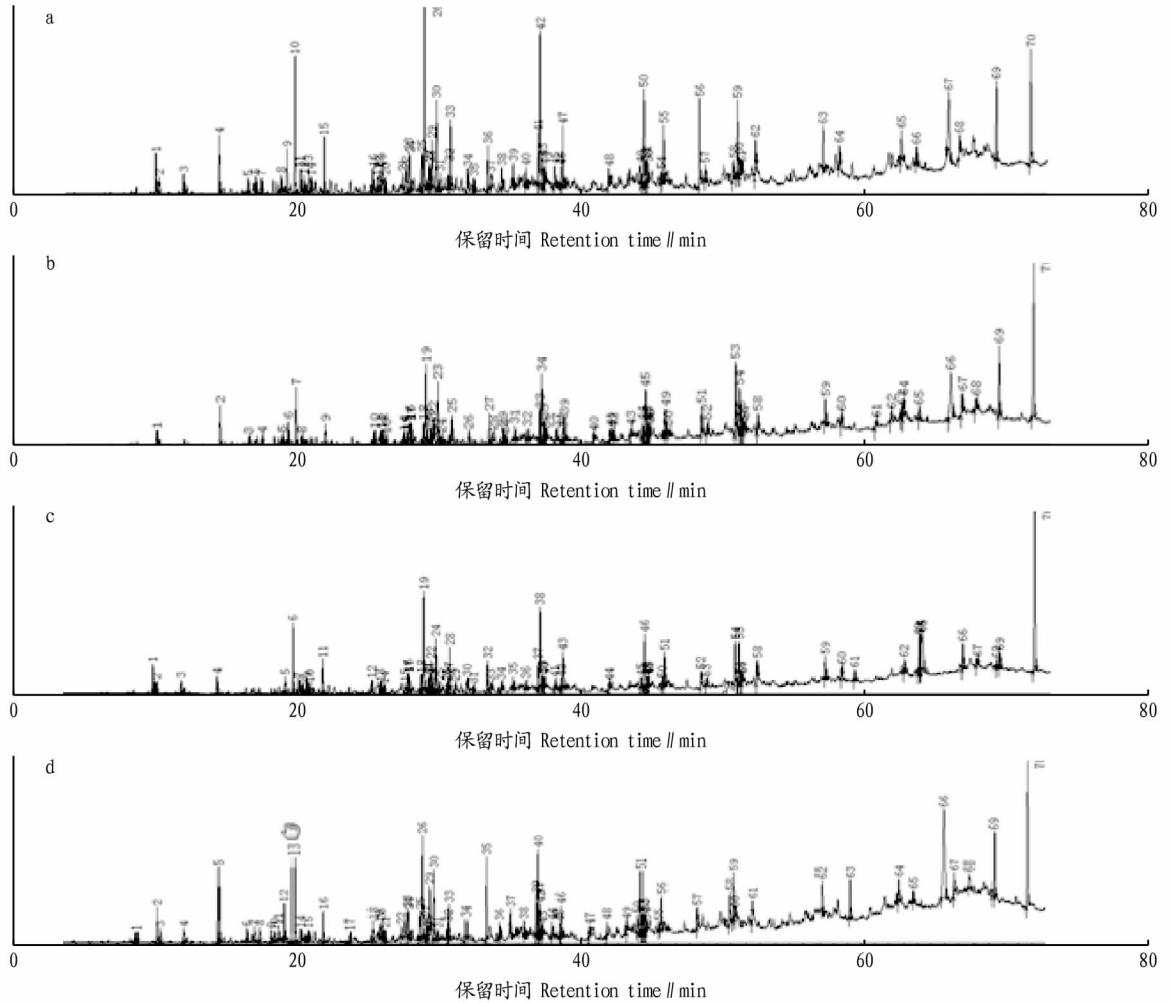
Note: Different lowercase letters indicate significant differences ($P < 0.05$)

2.3 不同炮制品 GC-MS/MS 分析 从表 3 和图 1 可以看出,从生品中共检出 25 个色谱峰,阴干品 21 个、晒干 27 个、烘干 24 个,4 种炮制品共有的组分有 13 个,含量存在显著差异,其中环己基二甲基氯硅烷、十七烷、角鲨烯、四十四烷在阴干、晒干、烘干 3 种炮制品均比生品含量增加;二十碳烷以

阴干、晒干含量较高;其余 8 个组分大部分以生品为最高。生品与阴干、晒干、烘干 3 种炮制品相比,既存在量的改变,也存在质的改变,各组均有其他组不含有的新成分产生,结果表明猪毛蒿水处理和干燥过程中挥发性成分发生了显著的变化,可能影响药材内在质量和药效。

表 3 不同炮制品 GC-MS/MS 分析
Table 3 GC-MS / MS analysis of different processed products

序号 No.	化合物名称 Compound name	分子式 Molecular formula	相对含量 Relative content // %			
			生品 Crude	阴干 Dried in the shade	晒干 Dried in the sun	烘干 Dried in the drying oven
1	decane,4-methyl-(4-甲基癸烷)	C ₁₁ H ₂₄	—	—	—	0.33
2	octane,5-ethyl-2-methyl-(5-乙基-2-甲基辛烷)	C ₁₁ H ₂₄	2.03	0.66	—	—
3	undecane,3,7-dimethyl-(3,7-二甲基十一烷)	C ₁₃ H ₂₈	—	—	1.26	1.32
4	decane,3,7-dimethyl-(3,7-二甲基癸烷)	C ₁₂ H ₂₆	0.66	—	0.63	0.52
5	silane,cyclohexyldimethyl-(环己基二甲基氯硅烷)	C ₉ H ₁₂ O ₂ Si	0.91	2.02	1.92	3.04
6	undecane,4-ethyl-(4-乙基十一烷)	C ₁₃ H ₂₉	0.79	—	—	—
7	dodecane(十二烷)	C ₁₂ H ₂₆	—	—	0.48	—
8	tetradecane(十四烷)	C ₁₄ H ₃₀	0.62	0.62	0.69	0.41
9	undecane,3,6-dimethyl-(3,6-二甲基十一烷)	C ₁₃ H ₂₈	—	—	0.50	—
10	undecane,2,5-dimethyl-(2,5-二甲基十一烷)	C ₁₃ H ₂₈	—	—	—	0.49
11	dodecane,4-methyl-(4-甲基十二烷)	C ₁₃ H ₂₈	—	0.38	0.44	0.49
12	pentadecane(正十五烷)	C ₁₅ H ₃₂	1.81	1.17	1.75	0.32
13	dodecane,4,6-dimethyl-(4,6-二甲基十二烷)	C ₁₄ H ₃₀	4.91	2.56	1.97	5.57
14	tetradecane,4-methyl-(4-甲基十四烷)	C ₁₅ H ₃₂	0.38	0.41	0.45	—
15	hexadecane(十六烷)	C ₁₆ H ₃₄	20.94	15.89	24.16	12.66
16	hexadecane,2,6,10,14-tetramethyl-(2,6,10,14-四甲基十六烷)	C ₂₀ H ₄₂	1.13	—	—	—
17	phenol,3,5-bis(1,1-dimethylethyl)-(3,5-二-(1,1-二甲基乙基))	C ₁₄ H ₂₂ O	3.23	—	—	—
18	nonane,5-(2-methylpropyl)-(2-甲基-丙基壬烷)	C ₁₃ H ₂₈	0.67	—	0.67	—
19	tridecane,2-methyl-(2-甲基十三烷)	C ₁₄ H ₃₀	—	—	—	0.35
20	tridecane(十三烷)	C ₁₃ H ₂₈	0.47	—	0.44	—
21	globulol(蓝桉醇)	C ₁₅ H ₂₆ O	—	—	0.71	—
22	3,5-dimethyldodecane(3,5-二甲基十二烷)	C ₁₄ H ₃₀	—	0.45	0.70	0.41
23	pentadecane,2,6,10-trimethyl-(2,6,10-三甲基十五烷)	C ₁₈ H ₃₈	0.49	0.61	0.56	0.39
24	pentadecane(十五烷)	C ₁₅ H ₃₂	1.81	1.17	1.75	2.03
25	heptadecane(十七烷)	C ₁₇ H ₃₆	0.60	0.72	0.78	2.92
26	octadecane(十八烷)	C ₁₈ H ₃₈	4.54	2.48	2.88	2.60
27	nonadecane(十九烷)	C ₁₉ H ₄₀	—	—	0.51	—
28	1-octanol,2-butyl-(2-丁基-1-辛醇)	C ₁₂ H ₂₆ O	—	—	—	0.34
29	octadecane,1-chloro(氯化十八烷)	C ₁₈ H ₃₇ Cl	—	—	0.39	—
30	heneicosane(二十一烷)	C ₂₁ H ₄₄	16.11	5.69	8.58	14.80
31	eicosane(二十碳烷)	C ₂₀ H ₄₂	21.74	25.78	26.53	20.25
32	squalene(角鲨烯)	C ₃₀ H ₅₀	0.91	4.16	3.07	3.17
33	2-pentadecanone,6-methyl-(6-甲基-2-十五烷酮)	C ₁₆ H ₃₀ O	—	0.42	—	—
34	2-bromo dodecane(溴十二烷)	C ₁₂ H ₂₅ Br	0.71	—	—	—
35	falcarinol(炔醇)	C ₁₇ H ₂₄ O	—	—	—	0.86
36	oct-3-ene-1,5-diyne,3-i	—	1.30	—	—	—
37	2-methyl hexacosane(2-甲基二十六烷)	C ₂₇ H ₅₆	—	—	0.75	—
38	phytol(叶绿醇)	C ₂₀ H ₄₀ O	2.47	3.77	—	1.33
39	1-norvaline,N-(2-m(亮氨酸))	C ₆ H ₁₃ NO ₂	—	0.83	—	—
40	tetratetracontane(四十四烷)	C ₄₄ H ₉₀	7.71	7.43	8.70	12.29
41	phenol,2,2'-methylenebi	C ₁₅ H ₁₂ O ₂	0.66	—	—	1.77
42	diisooctyl phthalat(邻苯二甲酸二异辛酯)	C ₂₄ H ₃₈ O ₄	—	0.51	—	—
43	hentriacontane(三十一烷)	C ₃₁ H ₆₄	—	—	0.69	—
44	2-methyloctacosane(2-甲基二十八烷)	C ₂₉ H ₆₀	—	12.08	—	—



注:a. 生品;b. 阴干;c. 晒干;d. 烘干

Note:a. crude;b. dried in the shade;c. dried in the sun;d. dried in the drying oven

图1 不同炮制品 GC-MS/MS 色谱

Fig. 1 GC-MS/MS chromatogram of different processed products

2.4 不同炮制品绿原酸含量测定

2.4.1 标准曲线的绘制。绿原酸 HPLC-UV 色谱图如图 2 所示,在“1.2.4.1”的色谱条件下绿原酸的测定无干扰。标准曲线回归方程为 $Y=0.043X+0.78$ ($r=0.9998$),表明绿原酸在 2.53~25.30 $\mu\text{g/mL}$ 线性良好。

2.4.2 精密度试验。按照“1.2.4.5”操作,测得日内 RSD 为 1.34%,RE 为 2.45%;日间 RSD 为 1.96%,RE 为 2.98%,表明仪器精密度良好。

2.4.3 稳定性试验。按照“1.2.4.6”操作,测得 RSD 为 0.78%,表明供试品溶液在 12 h 内稳定。

2.4.4 重复性试验。按照“1.2.4.7”操作,测得 RSD 为 1.98%,表明方法重复性良好。

2.4.5 加样回收率试验。由表 4 可知,测得平均加样回收率为 99.8%,RSD 为 2.29%。

2.4.6 不同炮制品绿原酸含量差异比较。试验结果表明,与生品相比,猪毛蒿炮制后绿原酸含量均显著下降,其中烘干品含量下降 37.1 倍,阴干品下降 22.5 倍,晒干品下降了 24.7 倍,绿原酸含量从大到小依次为生品(1.260%)、阴干

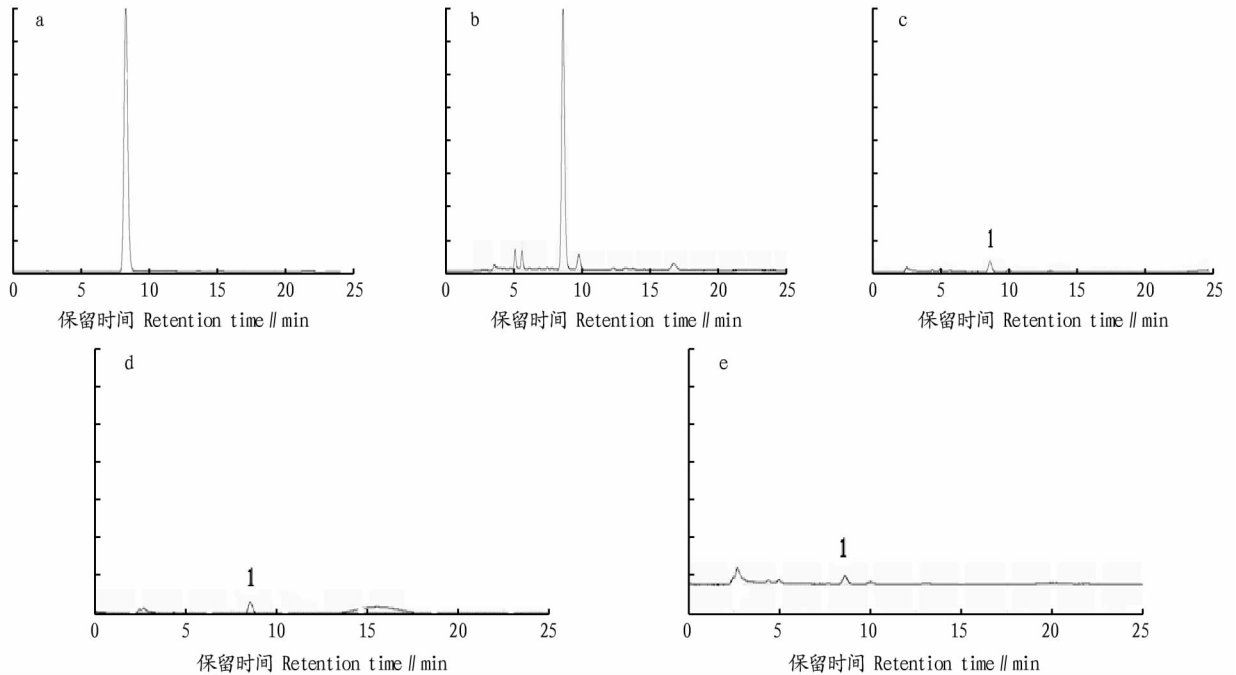
(0.056%)、晒干(0.051%)、烘干(0.034%),表明水处理及不同干燥过程中绿原酸损失较大,阴干干燥方法比晒干、烘干好。

3 结论与讨论

(1)猪毛蒿生品与阴干品水提取物和醇提取物含量差异不显著,晒干品二者含量均显著下降;烘干品水提取物含量下降,但醇提物含量与生品、阴干、晒干品相比,分别显著提高了 13.9、16.6、22.8 倍($P<0.05$)。

(2)GC-MS/MS 分析结果显示,从生品、阴干、晒干、烘干品中分别检出 25、21、27、24 个色谱峰,共有的组分有 13 个,且不同炮制品的挥发性成分组成有显著差异,既有量的改变,也有不同的新成分出现,其中晒干与生品差距最大,其次是烘干,最后是阴干。

(3)与生品相比,阴干、晒干、烘干品中的绿原酸含量均显著下降了几十倍,这可能与水处理过程中绿原酸溶于水损失以及强光、热不稳定,加热使其分解有关,因而猪毛蒿在加工过程中应尽量采用阴干方法进行干燥,以防止有效成分损失,使药效下降。



注:a. 绿原酸对照品;b. 生品;c. 烘干品;d. 晒干品;e. 阴干品

Note:a. Chlorogenic acid reference substance;b. crude;c. dried in the drying oven;d. dried in the sun;e. dried in the shade

图2 绿原酸 HPLC-UV 色谱

Fig. 2 HPLC-UV chromatogram of chlorogenic acid

表4 加样回收率试验结果

Table 4 Results of add sample recovery test

序号 No.	样品含量 Sample content mg	对照品量 Reference amount mg	实测值 Measured value mg	加样回收率 Add sample recovery rate %	平均加样回收率 Average add sample recovery %	RSD %
1	2.13	2.08	4.16	97.6	99.8	2.29
2	2.25	2.07	4.28	98.1		
3	2.18	2.18	4.32	98.2		
4	2.37	1.87	4.20	97.9		
5	2.15	2.12	4.32	102.4		
6	2.09	2.09	4.13	97.6		
7	2.32	1.97	4.34	102.5		
8	2.01	2.11	4.16	101.9		
9	2.15	2.15	4.34	101.9		

参考文献

- [1] 国家药典委员会. 中华人民共和国药典, 2015 版一部[S]. 北京: 中国医药科技出版社, 2015: 239-240.
- [2] 刘洪玲, 董岩. 艾蒿和猪毛蒿挥发油化学成分对比研究[J]. 时珍国医国药, 2007, 18(4): 832-833.
- [3] 郑维发, 谭仁祥, 刘志礼, 等. 八种菊属植物石油醚提取物中萜类成分分析[J]. 南京大学学报, 1996, 32(4): 706-712.
- [4] 董岩, 刘洪玲, 王新芳. 山东猪毛蒿挥发油化学成分的气相色谱-质谱研究[J]. 中成药, 2006, 28(11): 1641-1644.
- [5] 南京中医药大学. 中药大辞典: 下册[M]. 2 版. 上海: 上海科学技术出版社, 2006.
- [6] 张靛灵, 马琼, 高锦明, 等. 绿原酸及其类似物与生物活性[J]. 中草药, 2001, 32(2): 173-176.
- [7] 高锦明, 张靛灵, 赵晓明, 等. 绿原酸分布、提取与生物活性研究综述[J]. 西北林学院学报, 1999, 14(2): 73-82.
- [8] 尼玛次仁, 格桑顿珠, 格桑次仁, 等. HPLC 法测定藏药猪毛蒿中绿原酸的含量[J]. 中国民族医药杂志, 2009(4): 51-52.
- [9] 李彩霞, 竹剑平. 不同采收期铁皮石斛中多糖含量比较[J]. 药物分析杂志, 2010, 30(6): 1138-1139.
- [10] 国家药典委员会. 中华人民共和国药典: 一部[S]. 北京: 化学工业出版社, 2010.
- [11] 赵俊凌, 王云强, 李学兰, 等. 几种人工栽培“枫斗类”石斛的多糖含量分析[J]. 中华中医药杂志, 2011, 26(9): 2001-2005.
- [12] 黄丽. 加快云南石斛产业发展的几点思考[J]. 云南农业科技, 2010(3): 60-63.
- [13] 吴韵琴, 斯金平. 铁皮石斛产业现状及可持续发展的探讨[J]. 中国中药杂志, 2010, 35(15): 2033-2037.
- [14] 李光, 宋美芳, 李宜航, 等. 不同种类石斛多糖成分对小鼠脾脏免疫功能的影响[J]. 中国临床药理学与治疗学, 2012, 17(10): 1108-1111.
- [15] XU J, GUAN J, CHEN X J, et al. Comparison of polysaccharides from different *Dendrobium* using saccharide mapping [J]. Journal of pharmaceutical and biomedical analysis, 2011, 55(5): 977-983.
- [16] 刘文杰, 孙志蓉, 杜远, 等. 不同产地铁皮石斛主要化学成分及指纹图谱研究[J]. 北京中医药大学学报, 2013, 36(2): 117-120.
- [17] 张萍, 宋希强. 铁皮石斛科技文献的计量学研究[J]. 热带作物学报, 2012, 32(10): 1963-1967.
- [18] 范俊安, 王继生, 张艳, 等. 铁皮石斛组培品与野生品的形态组织学和多糖含量比较研究[J]. 中国中药杂志, 2005, 30(21): 1648-1650, 1659.

(上接第 110 页)