

· 工艺与制剂 ·

基于无机元素分析的当归烟熏加工工艺优选

顾志荣, 王亚丽*, 张亚亚, 孙宇靖
(甘肃中医学院药学院, 兰州 730000)

[摘要] 目的: 探讨不同烟熏条件加工的当归药材中 15 种无机元素的含量及分布特征, 确定最佳烟熏加工工艺。方法: 采用 ICP-MS 测定 31 个烟熏当归样品中 8 种重金属元素含量, AAS 测定其他 7 种无机元素含量, 利用 IBM SPSS 21.0 及 SIMCA-P 11.5 软件进行统计分析。结果: 不同烟熏条件加工的当归药材中无机元素特征性指纹表现为 $K > Na > Cr > Cu$ 的趋势; 烟熏温度是影响烟熏当归药材中无机元素分布的最关键因素; 最佳烟熏加工工艺为 50 °C 烟熏 8 h。结论: 调控温度和时间进行烟熏加工的当归药材安全性良好。

[关键词] 当归; 烟熏; 无机元素指纹图谱; 电感耦合等离子体质谱法; 原子吸收光谱法; 聚类分析

[中图分类号] R283.6 [文献标识码] A [文章编号] 1005-9903(2014)11-0001-06

[doi] 10.13422/j.cnki.syfjx.2014110001

[网络出版地址] <http://www.cnki.net/kcms/detail/11.3495.R.20140324.1534.001.html>

[网络出版时间] 2014-03-24 15:34

Optimization of Smoked Processing Technology of Angelicae Sinensis Radix Based on Analysis of Inorganic Elements

GU Zhi-rong, WANG Ya-li*, ZHANG Ya-ya, SUN Yu-jing

(College of Pharmacy, Gansu University of Traditional Chinese Medicine, Lanzhou 730000, China)

[Abstract] **Objective:** To investigate contents and distribution characteristics of 15 kinds of inorganic elements in Angelicae Sinensis Radix smoked by different processing conditions, and to determine optimum smoked processing technology. **Method:** Contents of 8 heavy metal elements in 31 smoked samples were determined by ICP-MS, and the other 7 inorganic elements were determined by AAS, IBM SPSS 21.0 and SIMCA-P 11.5 statistical software were used for statistical analysis. **Result:** Fingerprint characteristic of inorganic elements in Angelicae Sinensis Radix smoked by different processing conditions showed the same trend of $K > Na > Cr > Cu$; temperature was the key factor affecting distribution of inorganic elements in smoked Angelicae Sinensis Radix; optimal smoked processing conditions were smoked for 8 hours at 50 °C. **Conclusion:** Smoked processing of Angelicae Sinensis Radix had good safety by regulation of temperature and time.

[Key words] Angelicae Sinensis Radix; smoked processing; fingerprint of inorganic elements; ICP-MS; AAS; cluster analysis

当归功效补血活血、调经止痛、润燥通便^[1], 含有 Zn, Cu, Fe, Mn, Ca 等 23 种无机元素, 其中 16 种

为人体必需, 还包括铅、镉、砷、汞、铜 5 种有害重金属元素^[2]。2010 年版《中国药典》规定当归“用烟

[收稿日期] 20131223(018)

[基金项目] 国家自然科学基金项目(30960037); 甘肃省发改委战略新兴产业和产业技术研究与开发专项[2011]

[第一作者] 顾志荣, 在读硕士, 从事中药成分分析和质量控制研究, Tel:13519311935, E-mail:sanxincao92@sina.com

[通讯作者] * 王亚丽, 博士, 教授, 博士生导师, 从事中药分析和化学计量学研究, Tel:0931-8765470, E-mail:cnwyl1166@hotmail.com

火慢慢熏干”^[1],但对烟熏加工的材料、温度、时间及操作方式均无精确的阐述,相关研究亦多按产地经验操作^[3],或不用烟熏而直接烘干^[4],或用硫磺熏制^[5],致使加工工艺对有效成分的影响难以明确,而且存在一定安全隐患。烟熏加工过程中产生的烟尘颗粒物会使当归药材中无机元素和有效成分的含量及分布发生变化^[6],致使质量及安全性受到影响。目前,考察加工方式对当归质量的影响以有机成分居多,且多限于少数指标性成分,而无机元素的相关研究尚未见报道。本实验通过测定 31 个不同烟熏条件加工的当归药材中 15 种无机元素含量并进行相关统计学分析,为该药材烟熏加工条件的选择提供参考。

1 材料

NexION 300X 型电感耦合等离子体质谱仪(美国 Perkin-Elmer 公司),Solaar S-2 型原子吸收光谱仪(美国 Thermo 公司),MK-III 型光纤压力自控密闭微波消解系统(上海新科公司)。当归药材于 2012 年 10 月下旬采集于甘肃岷县梅川镇,样本来源于同一采集点,经甘肃中医学院中药资源教研室晋玲教授鉴定为伞形科植物当归 *Angelica sinensis* (Oliv.) Diels 的干燥根;Zn, Fe, Mn, Mg, Ca, Na, K, Pb, Cd, As, Hg, Cu, Cr, Sb, Ni 标准储备液(国家标准物质研究中心,批号 6031),国家一级标准物质芹菜(中国地球物理地球化学勘察研究所,批号 GBW 09607),超纯水(自制,电阻率 $\geq 18.2 \text{ M}\Omega \cdot \text{cm}^{-1}$), HNO_3 和 H_2O_2 均为优级纯。

2 方法与结果

2.1 样品溶液的制备 采用自主设计的烟熏加工设备进行加工,燃料为荞麦秸秆,样本烟熏后粉碎,过 2 号筛,备用,烟熏加工信息见表 1。将 31 个不同烟熏条件加工的当归样品粉末预先置于红外灯下干燥至恒重,精密称取 0.2 ~ 0.5 g,置于微波消解系统的聚四氟乙烯内罐中,加入 HNO_3 - H_2O_2 (5:1) 混合液 6 mL,摇匀,静置过夜,用消解仪进行加热,直至溶液变为无色透明,冷却,将溶液转移至 25 mL 量瓶中,加 5% HNO_3 稀释至刻度,得样品溶液。同法制备空白溶液和标准参照物溶液。

2.2 仪器工作条件 经优化的 ICP-MS 工作条件见表 2, AAS 工作条件见表 3。

2.3 标准曲线的测定 15 种无机元素均以 5 个质量浓度梯度确定标准曲线。用 5% HNO_3 溶液稀释各标准原液,按 2.2 项下仪器工作条件测定,扣除空

表 1 当归烟熏加工信息

No.	烟熏条件		No.	烟熏条件		No.	烟熏条件	
	温度/°C	时间/h		温度/°C	时间/h		温度/°C	时间/h
1	30	2	11	50	2	21	70	2
2	30	4	12	50	4	22	70	4
3	30	6	13	50	6	23	70	6
4	30	8	14	50	8	24	70	8
5	30	10	15	50	10	25	70	10
6	40	2	16	60	2	26	80	2
7	40	4	17	60	4	27	80	4
8	40	6	18	60	6	28	80	6
9	40	8	19	60	8	29	80	8
10	40	10	20	60	10	30	80	10

表 2 当归烟熏加工样品测定的 ICP-MS 仪器工作参数

参数	设定值
射频功率/W	1 100.00
雾化气流量/ $\text{L} \cdot \text{min}^{-1}$	0.90
等离子体流量/ $\text{L} \cdot \text{min}^{-1}$	11.00
助燃气流量/ $\text{L} \cdot \text{min}^{-1}$	1.00
雾室	双通道
雾化室温度/°C	2
采样锥孔径/mm	1.10
截取锥孔径/mm	0.70
采样深度/mm	6.6
脉冲电压/V	950.00
分析室真空度/Pa	6.7×10^{-4}
鉴别阀	15.00
单道杆的补偿标准	-17.00
四级杆的补偿标准	0.00

表 3 当归烟熏加工样品测定的 AAS 仪器工作参数

元素	灯电流/ mA	波长/ nm	狭缝/ nm	乙炔流量/ $\text{L} \cdot \text{min}^{-1}$	空气流速/ $\text{L} \cdot \text{min}^{-1}$
Zn	6.0	213.9	0.2	1.2	6.5
Fe	8.0	248.3	0.2	0.9	6.5
Mn	4.0	279.5	0.2	1.0	6.5
Mg	4.0	285.2	0.5	1.1	6.5
Ca	5.0	422.7	0.5	1.4	6.5
Na	6.0	589.0	0.2	1.1	6.5
K	5.0	766.5	0.5	1.2	6.5

白溶液,结果见表 4。

2.4 无机元素的测定 取各当归烟熏加工样品,按 2.2 项下仪器工作条件测定,平行测定 3 次,取平均值,结果见表 5。

表4 当归烟熏加工样品中各元素回归方程及相关参数

元素	检测方法	回归方程	r	线性范围/ $\mu\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$	检出限/ $\mu\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$
Pb	ICP-MS	$Y = 9\ 641.8X$	1.000 0	0 ~ 200	0.021 3
Cd	ICP-MS	$Y = 994.1X$	0.999 9	0 ~ 200	0.019 6
As	ICP-MS	$Y = 770.2X$	0.999 8	0 ~ 200	0.016 8
Hg	ICP-MS	$Y = 1\ 123.6X$	0.999 9	0 ~ 200	0.021 5
Cu	ICP-MS	$Y = 3\ 887.3X$	1.000 0	0 ~ 200	0.024 1
Cr	ICP-MS	$Y = 6\ 494.8X$	0.999 4	0 ~ 200	0.019 2
Sb	ICP-MS	$Y = 3\ 144.2X$	1.000 0	0 ~ 200	0.018 9
Ni	ICP-MS	$Y = 1\ 734.1X$	1.000 0	0 ~ 200	0.017 6
Zn	AAS	$Y = 0.085\ 7X + 0.206\ 0$	0.998 9	500 ~ 2\ 500	10
Fe	AAS	$Y = 0.042\ 6X + 0.010\ 9$	0.999 3	1\ 000 ~ 5\ 000	18
Mn	AAS	$Y = 0.095\ 5X + 0.013\ 0$	0.999 1	200 ~ 2\ 500	11
Mg	AAS	$Y = 0.265\ 9X + 0.103\ 5$	0.999 6	500 ~ 2\ 500	3
Ca	AAS	$Y = 0.028\ 3X + 0.002\ 0$	0.999 8	1\ 000 ~ 5\ 000	11
Na	AAS	$Y = 0.197\ 0X + 0.196\ 2$	0.999 7	500 ~ 2\ 500	12
K	AAS	$Y = 0.115\ 6X + 0.076\ 9$	0.999 2	500 ~ 2\ 500	15

表5 当归烟熏加工样品中无机元素的含量测定

No.	Fe	K	Ca	Mg	Zn	Mn	Na	Pb	As	Cd	Cr	Ni	Cu	Sb	Hg
0	519.67	1 377.22	616.53	366.01	54.04	24.60	298.94	1.12	0.68	0.034	3.43	1.13	4.20	0.080	0.007 0
1	417.93	937.72	504.46	285.57	29.39	15.18	262.29	1.04	0.41	0.031	19.90	0.54	5.24	0.027	0.001 0
2	211.74	972.03	440.68	227.24	50.75	17.70	221.02	0.79	0.46	0.027	19.67	0.50	5.72	0.024	0.000 4
3	196.93	943.27	414.28	247.80	29.28	13.66	177.65	0.84	0.30	0.019	11.31	0.37	4.64	0.022	0.000 4
4	374.76	1 037.43	396.34	252.91	38.86	16.07	269.13	1.47	0.36	0.056	15.92	0.56	5.66	0.035	0.007 2
5	456.73	1 109.71	360.79	298.06	39.14	13.06	226.41	0.65	0.36	0.008	16.66	0.53	0.65	0.031	0.012 1
6	506.66	967.02	358.17	257.68	40.68	13.62	182.48	0.64	0.33	0.014	15.86	0.49	0.64	0.034	0.021 1
7	433.85	973.27	517.99	318.03	48.90	18.77	141.51	0.84	0.50	0.024	15.74	0.58	5.21	0.031	-
8	416.76	1 037.48	516.54	285.22	29.59	15.78	205.92	0.57	0.40	0.014	11.85	0.46	4.33	0.028	0.001 7
9	324.17	1 289.02	472.10	253.68	39.02	19.02	177.72	0.71	0.48	0.018	24.45	0.65	5.88	0.034	0.005 1
10	313.58	1 538.43	394.71	281.95	58.54	14.27	214.93	0.73	0.44	0.022	15.66	0.56	5.51	0.034	0.000 5
11	687.46	1 577.93	846.03	460.56	78.25	24.90	349.09	0.62	0.38	0.038	2.48	1.24	0.62	0.036	-
12	421.80	1 542.72	428.21	394.62	36.14	12.84	220.83	0.72	0.43	0.026	3.30	0.45	4.81	0.035	-
13	522.74	1 472.21	825.70	473.55	50.56	19.80	159.91	0.67	0.53	0.023	4.17	0.52	5.88	0.039	-
14	629.74	1 655.91	1062.29	447.20	88.33	28.13	298.80	0.49	0.72	0.018	2.80	1.25	0.49	0.038	-
15	623.32	1 629.39	662.27	426.83	71.38	24.48	196.22	0.52	0.42	0.026	2.40	1.30	4.19	0.031	-
16	617.41	1 472.19	546.93	346.19	84.43	26.34	312.03	0.89	0.44	0.020	3.96	0.51	5.08	0.039	0.002 6
17	483.82	1 490.01	603.68	394.04	43.72	19.57	288.91	0.86	0.43	0.022	3.72	0.46	4.67	0.034	-
18	405.22	1 523.32	452.83	314.86	32.54	16.22	238.81	1.36	0.38	0.018	2.95	0.48	4.91	0.040	0.002 4
19	294.54	1 233.73	537.39	375.32	32.23	11.83	191.81	0.81	0.49	0.021	5.88	0.51	6.34	0.038	0.003 0
20	505.35	1 672.20	367.58	272.96	45.98	20.22	202.66	0.96	0.44	0.016	3.98	0.46	5.13	0.047	0.001 0
21	520.26	1 527.38	541.18	351.20	92.39	20.47	291.30	1.38	0.42	0.024	6.27	0.52	5.21	0.031	0.004 0
22	472.29	1 762.19	527.38	362.93	56.11	18.49	271.38	1.52	0.39	0.041	5.81	0.62	3.12	0.041	0.000 2
23	306.38	1 682.30	514.23	354.86	113.50	13.63	286.77	1.39	0.41	0.034	5.82	0.46	7.64	0.027	-

续表 5 $\mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$

No.	Fe	K	Ca	Mg	Zn	Mn	Na	Pb	As	Cd	Cr	Ni	Cu	Sb	Hg
24	419.19	1 652.38	465.56	383.07	32.44	15.38	160.45	1.84	0.42	0.028	7.29	0.56	6.26	0.037	-
25	348.88	1 691.37	184.48	286.92	23.95	13.74	173.72	0.46	0.26	0.013	2.00	0.29	3.42	0.024	-
26	420.27	1 537.21	720.37	365.21	52.19	28.28	180.39	1.38	0.27	0.031	3.21	0.82	2.38	0.027	0.000 7
27	351.28	1 328.34	523.32	351.23	43.10	22.30	137.43	0.52	0.52	0.042	3.18	0.73	3.51	0.020	0.000 3
28	296.30	1 273.10	440.31	295.80	27.83	12.16	146.87	0.47	0.35	0.015	3.39	0.39	4.82	0.025	0.000 5
29	419.48	993.21	381.15	297.30	34.84	13.32	140.04	1.02	0.40	0.026	4.48	0.51	4.93	0.038	-
30	363.67	1 160.40	617.16	323.68	42.00	23.81	168.26	0.25	0.34	0.041	2.59	0.85	0.25	0.023	-

注:编号 0 表示未经烟熏加工的当归样品,“-”表示含量低于检出限。

2.5 无机元素指纹谱的建立 按表 5 测定结果并参考中药人参的无机元素分析方法^[7],建立当归烟熏加工样品中无机元素的指纹谱。为便于比较,将 30 个烟熏和 1 个未经烟熏的当归样品绘在同一个坐标中,并将含量较低的 8 种重金属元素缩小纵坐

标进行放大,见图 1。结果显示 31 个当归样品中除个别样品的个别元素外,均具有相似峰形,此相似峰形的主要无机元素及变化趋势为 $\text{K} > \text{Na} > \text{Cr} > \text{Cu}$,可作为当归药材及其烟熏加工品与其他药材无机元素指纹谱的区别特征。

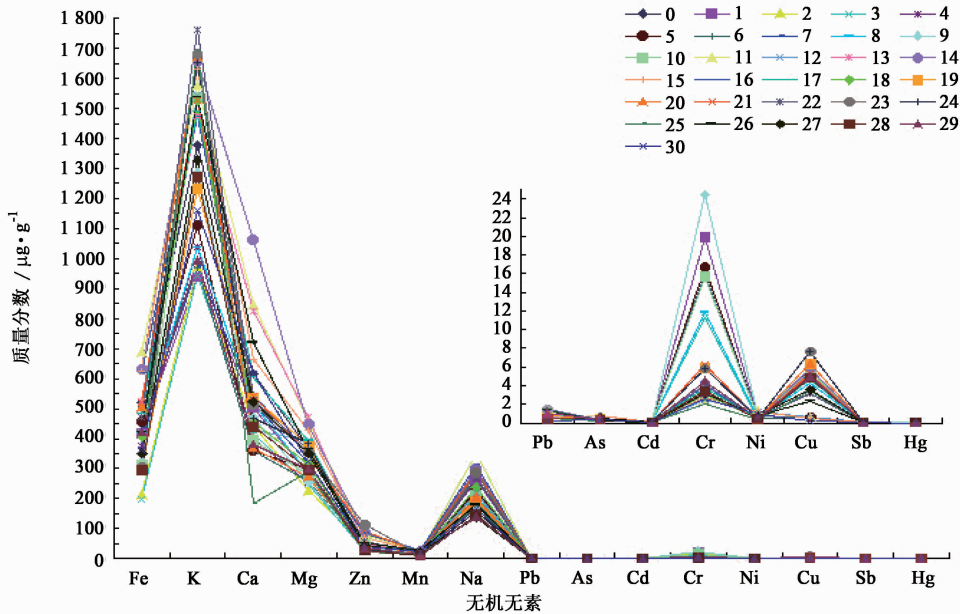


图 1 当归药材及其烟熏加工品中无机元素指纹谱

2.6 聚类分析(HCA)^[8] 为确定影响当归烟熏结果的关键因素,找出烟熏后无机元素分布相近的加工条件,采用 IBM SPSS 21.0 软件包中聚类分析程序,以 15 种无机元素含量作为聚类变量,对 31 个样品进行分析,利用 Euclidean 距离测量,采用类间平均链锁法聚类,见图 2。结果发现 31 个样品可分为 3 类,5,6,28,29,19,9,10,7,8,1,2,3,4,25 聚为第 I 类,16,21,18,20,12,17,22,24,23,27,30,26,13,15 聚为第 II 类,11,14,0 聚为第 III 类。在第 I 类 14 个样品中,1,2,3,4,5 为 30 °C 烟熏的当归样品,6,7,8,9,10 为 40 °C 烟熏的当归样品,说明 30 °C 和 40

°C 烟熏的当归样品中无机元素分布相似;在第 II 类 14 个当归样品中,12,13,15 为 50 °C 烟熏的当归样品,16,17,18,20 为 60 °C 烟熏的当归样品,21,22,23,24 为 70 °C 烟熏的当归样品,26,27,30 为 80 °C 烟熏的当归样品,说明 50,60,70,80 °C 烟熏的当归样品中无机元素分布相似;在第 III 类 3 个样品中,11,14 分别为 50 °C 烟熏 2 h 和 8 h 的当归样品,这两个样品的无机元素分布与未经烟熏加工的当归样品相似;综合分析,说明烟熏温度是影响烟熏当归药材中无机元素分布的最关键因素。

2.7 主成分分析(PCA) 参照 2010 年版《中国药

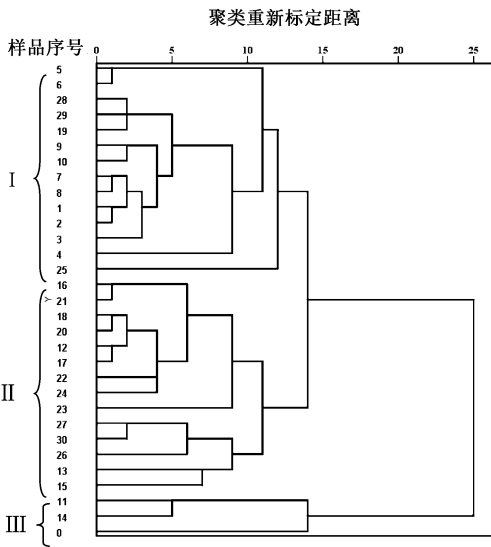


图2 当归及其烟熏品 HCA

典》^[1]和相关文献报道^[9-10],将 15 种无机元素分为有益元素和有害元素 2 类进行分析,其中有益元素 7 种 (Fe, K, Ca, Mg, Zn, Mn, Na),有害元素 8 种 (Pb, As, Cd, Cr, Ni, Cu, Sb, Hg)。采用 SIMCA-P 11.5 统计软件分别以 2 类无机元素为变量进行主成分分析, KMO 检验值分别为 0.697, 0.703, Bartlett's 检验均为 $P < 0.05$,表明数据适于主成分分析,主成分分析初始解对原有变量的总体描述情况见表 6,不同烟熏条件加工的当归样品的主成分得分值 (PC1 ~ PC4)、总因子得分值 (F) 及按 F 值排名情况

见表 7。样品的总因子得分值等于各主成分得分值与其权重系数乘积之和,权重系数的计算依据其方差贡献率的大小,即各主成分的贡献率与所提取主成分的总贡献率之比^[11]。有益无机元素第一主成分的权重系数 = $56.791\% / 81.621\% = 0.6958$,同理得其第二、三主成分的权重系数分别为 0.1633, 0.1409,有害无机元素第一、二、三、四主成分的权重系数分别为 0.3264, 0.2754, 0.2248, 0.1734,当归烟熏的最佳工艺应为有益无机元素 F 值最大,而有害无机元素 F 值最小者。由表 6 可知,有益元素和有害元素分别提取了 3, 4 个主成分,分别解释了原始数据的 81.621% 和 80.940%。由表 7 可知,有益无机元素 F 值排名最大的 5 个样品为 $14 > 11 > 16 > 15 > 21$,而有害重金属元素 F 值排名最小的 5 个样品为 $14 < 11 < 15 < 30 < 27$,说明 14 号样品对应的烟熏加工条件为最佳,即 50 °C 烟熏 8 h。

表 6 当归样品中 2 类无机元素主成分分析的变量总体描述

主成分	有益元素			有害元素		
	特征根	贡献率 /%	累计贡献率 /%	特征根	贡献率 /%	累计贡献率 /%
1	2.861	56.791	56.791	2.113	26.416	26.416
2	1.391	13.326	70.117	1.783	22.294	48.710
3	1.184	11.504	81.621	1.456	18.198	66.907
4	-	-	-	1.123	14.033	80.940

表 7 不同烟熏条件加工当归样品的主成分得分、总因子得分及排名

No.	有益元素					有害元素					
	PC1	PC2	PC3	F	排名	PC1	PC2	PC3	PC4	F	排名
0	1.7603	0.2138	-0.8009	1.1469	7	-4.6049	1.0631	2.8341	-0.1393	-0.5973	26
1	-1.2419	0.2517	-1.3455	-1.0126	22	1.1033	0.6790	0.2991	0.5232	0.7051	4
2	-2.0812	0.6629	-1.3381	-1.5284	28	1.1793	0.3910	0.2172	-0.3104	0.4876	8
3	-3.0217	-0.0753	-0.6969	-2.2130	31	1.9761	-0.1831	-0.7021	-0.1222	0.4156	9
4	-1.4730	0.9741	-1.1734	-1.0312	23	0.3746	1.8958	0.7396	2.9111	1.3154	1
5	-1.3726	0.5274	-0.3442	-0.9174	20	1.3525	-2.7342	1.9129	0.5080	0.2066	13
6	-1.7943	0.1076	-0.8354	-1.3486	27	1.4885	-3.1099	3.0630	1.5972	0.5949	5
7	-0.9357	-1.0904	-0.8305	-0.9461	21	0.3250	0.3733	0.3506	-0.6425	0.1763	14
8	-1.3540	-0.3653	-0.8408	-1.1202	26	1.1740	-0.7839	0.0288	-0.9383	0.0111	19
9	-1.4180	-0.1827	-0.2547	-1.0524	24	0.9271	-0.1661	1.8505	-0.5683	0.5743	6
10	-1.0108	1.1088	0.7770	-0.4128	16	0.6185	0.2180	0.3935	-0.6716	0.2339	12
11	4.4349	0.2798	-0.5570	3.0530	2	-2.2722	-1.5140	-1.4170	1.4307	-1.2291	30
12	-0.3135	0.1116	1.4003	-0.0026	13	0.0417	0.2584	-0.6181	-0.6629	-0.1691	22
13	1.8892	-2.0916	0.7528	1.0790	9	-0.5390	0.5580	-0.0440	-1.4735	-0.2877	25
14	4.9330	-0.6054	-0.6626	3.2402	1	-3.5559	-1.9538	0.0279	-1.3255	-1.9223	31
15	2.6425	-0.8802	0.5291	1.7695	4	-1.7374	-0.9801	-1.2096	-0.1009	-1.1264	29
16	2.6415	1.1298	-0.9240	1.8923	3	-0.0265	0.3059	0.1993	-0.7294	-0.0061	20
17	1.2871	0.1708	0.1416	0.9434	10	0.1726	0.2891	-0.4913	-0.7167	-0.0988	21
18	-0.5359	0.3848	0.6097	-0.2241	15	0.2892	0.9237	0.2179	-0.1705	0.3682	10
19	-1.2629	-0.5260	0.5922	-0.8812	19	-0.0157	0.6107	0.4698	-1.1019	0.0776	16

续表 7

No.	有益元素					有害元素					
	PC1	PC2	PC3	F	排名	PC1	PC2	PC3	PC4	F	排名
20	-0.141 6	0.466 0	0.708 1	0.077 3	12	-0.180 1	0.611 6	0.453 0	-1.135 4	0.014 6	18
21	1.958 3	1.473 6	-0.193 7	1.575 9	5	0.478 4	0.946 4	0.272 8	0.285 0	0.527 5	7
22	1.217 0	0.807 6	0.981 9	1.117 0	8	-0.747 3	1.324 2	-0.364 4	1.621 7	0.320 1	11
23	1.171 5	2.514 7	0.877 0	1.349 3	6	0.720 1	2.244 2	-0.664 1	0.192 1	0.737 1	3
24	-0.364 6	-0.731 9	1.749 1	-0.126 8	14	0.137 3	2.455 9	0.154 7	0.485 3	0.840 1	2
25	-2.058 0	0.532 4	1.885 8	-1.079 3	25	1.766 3	-1.223 4	-1.477 2	-0.772 1	-0.226 4	24
26	1.478 6	-1.417 8	-0.057 5	0.789 2	11	0.011 9	0.014 6	-1.328 1	1.769 4	0.016 2	17
27	-0.426 9	-1.324 2	0.242 7	-0.479 1	17	-0.923 4	-0.432 8	-1.539 6	0.293 2	-0.715 9	27
28	-2.241 5	-0.494 4	0.636 7	-1.550 7	29	1.248 9	-0.706 3	-1.038 7	-1.143 2	-0.218 6	23
29	-2.106 7	-0.641 3	-0.256 3	-1.606 7	30	0.021 6	0.741 8	-0.376 3	-0.222 1	0.088 2	15
30	-0.259 2	-1.291 1	-0.772 4	-0.500 0	18	-0.804 3	-2.116 8	-2.214 1	1.329 6	-1.112 7	28

3 讨论

烟熏是当归经典的产地加工方式,烟尘颗粒物在烟熏过程中会被吸附在当归表面,堵塞气孔及油室,起到干燥、保味、上色、防虫蛀和防止挥发油散失等多重作用,利于包装、运输和储存,而且大幅降低饮片生产中设备、人力和能源方面的投入^[12]。目前,当归烟熏加工多遵守传统工艺操作,对烟熏温度、时间、设备、场所及无机成分的变化不做严格考察,原因在于烟熏加工耗时繁琐,同时对于药材中无机成分尤其是重金属元素的认识程度不够等^[13]。本文通过对当归烟熏加工过程进行温度和时间调控,从无机元素及安全性的角度确定最佳工艺,可为传统烟熏工艺的现代化推广提供参考。

本文确定 50 ℃ 烟熏 8 h 为当归的最佳烟熏工艺,熏制品性状为颜色深黄,归尾顺直,质柔而不脆,手捏不油不湿,香味浓郁。HCA 与 PCA 均表明 11 号样品与 14 号样品的无机元素含量及分布相似,但 11 号样品的干燥、上色、香味等均不如 14 号样品。文献报道当归挥发油及阿魏酸含量均为熏干品 > 晒干品 > 晾干品,醇浸出物含量为熏干品 > 晒干品 ≈ 晾干品^[3]。中国商务部 2005 年发布的《药用植物及制剂外经贸绿色行业标准》(WM/T 2-2004)中规定中药材有害重金属限量指标为重金属总量 < 20.0, Pb < 5.0, Cd < 0.3, As < 2.0, Hg < 0.2, Cu < 20.0 mg·kg⁻¹,本文中 31 个烟熏当归样品均符合此标准规定,合格率达 100%,说明调控温度和时间进行烟熏加工的当归药材安全性良好。

[参考文献]

[1] 国家药典委员会. 中华人民共和国药典. 一部[S]. 北

京:中国医药科技出版社,2010:124,附录 48,53,62.

- [2] 张宇. 不同产地当归中金属微量元素的比较研究[J]. 天津药学,2011,22(5):17.
- [3] 郭玫,李应东,邵晶,等. 不同干燥方式对当归质量的影响[J]. 中成药,2004,26(1):36.
- [4] 吕洁丽,陈红丽,段金廛,等. 不同加工方法对当归多糖的影响[J]. 中国中药杂志,2011,36(7):847.
- [5] 刘静静,刘晓,李松林,等. 硫磺熏蒸中药材及饮片的研究现状[J]. 中草药,2010,41(8):1403.
- [6] 饶伟文,周文杰. 中药产地加工规范化研究进展[J]. 中国中医药信息杂志,2012,19(2):106.
- [7] 张建逵,康廷国,窦德强. 林下山参与园参无机元素的聚类分析和主成分分析[J]. 中草药,2012,43(9):1839.
- [8] 王秋玲,王文全,魏胜利,等. 不同加工方法对栽培和野生芍药中 7 种化学成分的影响研究[J]. 中国中药杂志,2012,37(7):922.
- [9] 陈家春,贾敏如. 中、美、英、日和欧洲药典中植物药重金属和农药残留量的限量规定及分析[J]. 华西药理学杂志,2005,20(6):525.
- [10] 陈向阳,余淑媛,刘贤杰,等. 电感耦合等离子体质谱法测定精油中砷、钡、铋、镉、铬、铅、铊、汞含量[J]. 分析试验室,2009,28(增刊):246.
- [11] 严辉,段金廛,钱大玮,等. 不同产地当归药材及其土壤无机元素的关联分析与探讨[J]. 中药材,2011,34(4):515.
- [12] 李丽,于定荣,麻印莲,等. 根及根茎类中药饮片产地炮制加工生产模式的构建[J]. 中国实验方剂学杂志,2013,19(5):356.
- [13] 龙全江,徐茂保. 当归不同产地加工品质量比较研究[J]. 甘肃中医学院学报,2008,25(2):37.

[责任编辑 刘德文]