

doi:10.3969/j.issn.1006-4931.2021.17.015

不同炮制方法对吴茱萸生物碱类有效成分含量的影响*

陈路,冯世鑫,蒋妮,宋利沙,白隆华,陈乾平[△]

(广西壮族自治区药用植物园,广西南宁 530023)

摘要:目的 比较不同炮制方法对吴茱萸生物碱类有效成分含量的影响。方法 采用高效液相色谱法测定吴茱萸生品及其炮制品黄连水炒吴茱萸、热水浸吴茱萸、黄连制吴茱萸中吴茱萸碱、吴茱萸次碱、去氢吴茱萸碱、吴茱萸卡品碱的含量。色谱柱为 Agilent Poroshell 120 EC-C₁₈ 柱(100 mm×4.6 mm,2.7 μm),流动相为乙腈-0.1% 甲酸溶液(梯度洗脱),流速为 0.8 mL/min,进样量为 10 μL,检测波长为 330 nm,柱温为 30 ℃。结果 吴茱萸生品中去氢吴茱萸碱、吴茱萸碱、吴茱萸次碱、吴茱萸卡品碱的含量分别在 1.05~20.96 μg、1.35~27.05 μg、0.20~4.08 μg、0.51~10.21 μg 范围内与峰面积线性关系良好;精密性、稳定性、重复性试验的 RSD 均小于 2% (n=6);检测限分别为 8.62,13.70,4.64,7.31 ng,定量限分别为 26.82,46.78,14.20,23.54 ng;平均加样回收率介于 98.29%~99.06%,RSD 值介于 1.96%~2.79% (n=6)。吴茱萸的生品及其炮制品中,黄连水炒吴茱萸的生物碱类成分含量最高(13.643 mg/g),热水浸吴茱萸最低(11.202 mg/g)。结论 黄连水炒吴茱萸是吴茱萸留存生物碱发挥药理作用的最佳炮制工艺,可为其产地加工和进一步完善质量标准提供参考。

关键词:吴茱萸;生物碱;炮制工艺;高效液相色谱法;黄连水炒吴茱萸;热水浸吴茱萸;黄连制吴茱萸

中图分类号:R932;R282.4

文献标志码:A

文章编号:1006-4931(2021)17-0057-04

Effects of Different Processed Methods on the Content of Alkaloids Active Ingredients in *Euodiae Fructus*

CHEN Lu, FENG Shixin, JIANG Ni, SONG Lisha, BAI Longhua, CHEN Qianping

(Guangxi Botanical Garden of Medicinal Plants, Nanning, Guangxi, China 530023)

Abstract: Objective To compare the effect of different processed methods on the alkaloids active ingredients in *Euodiae Fructus*.

Methods The content of evodiamine, rutaecarpine, dehydroarutaecarpine and evocarpine in the raw *Euodiae Fructus* and its processed products(stir-fried *Euodiae Fructus* with water decoction of *Coptidis Rhizoma*, soaking *Euodiae Fructus* in hot water, fried *Euodiae Fructus* with *Coptidis Rhizoma*) were determined by the high-performance liquid chromatography(HPLC) method. The chromatographic column was Agilent Poroshell 120 EC-C₁₈ column(100 mm×4.6 mm,2.7 μm), the mobile phase was acetonitrile-0.1% formic acid solution(gradient elution), the flow rate was 0.8 mL/min, the injection volume was 10 μL, the detection wavelength was 330 nm, and the column temperature was 30 ℃. **Results** The linear ranges of evodiamine, rutaecarpine, dehydroarutaecarpine and evocarpine were 1.05-20.96 μg, 1.35-27.05 μg, 0.20-4.08 μg, 0.51-10.21 μg, respectively. The RSDs of precision, stability and repeatability tests were less than 2% (n=6). The limits of detection(LOD) were 8.62, 13.70, 4.64 and 7.31 ng, respectively, and the limits of

*基金项目:广西壮族自治区南宁市科技计划项目[20193121]。

第一作者:陈路,男,壮族,副主任药师,研究方向为中药及民族药的研究与开发,(电子信箱)150388451@qq.com。

[△]通信作者:陈乾平,男,助理研究员,研究方向为中药及民族药的质量控制,(电子信箱)chenqp79@126.com。

- [11] 代淑艳,张可畏,王慧明,等. 臭氧气体与臭氧水灭菌效果分析[J]. 中国生物制品学杂志,2004,17(5):320-321.
- [12] 康志英,连林生,符方非,等. 微波灭菌技术在口服液类药物生产中的应用研究[J]. 中国药业,2012,21(12):59-60.
- [13] 王彩英. 地榆微波灭菌的研究探讨[J]. 亚太传统医药,2011,7(12):26-29.
- [14] 李春红,何兵,田吉. HPLC测定泸州桑叶中芦丁的含量[J]. 泸州医学院学报,2009,32(4):356-358.
- [15] 王正,沈华,李蕾,等. 桑叶中芦丁含量的动态变化研究[J]. 药学研究,2014,33(12):693-695.
- [16] 艾则孜江·艾尔肯,田志浩,李莉,等. 高效液相色谱法比较巴西桑叶与中国桑叶中芦丁含量[J]. 环球中医药,2015,8(11):1281-1283.
- [17] 莫小林,伍小燕,樊敏阳,等. 壮药清解雾化液质量标准研究[J]. 中国药业,2017,26(10):27-30.
- [18] 戴开金,罗奇志,侯连兵. HPLC法测定桑叶中芦丁、绿原酸和槲皮素[J]. 南方医科大学学报,2009,29(3):579-580.
- [19] 周美环,赵书楷,陈森,等. HPLC法测定桑叶中芦丁的含量[J]. 辽宁中医药大学学报,2010,12(5):228-229.
- [20] 曾翠梅,林春颖,黄凤婷. 辐照灭菌工艺对熟地黄中梓醇含量的影响[J]. 海峡药学,2013,25(10):59-60.
- [21] 王锦燕. ⁶⁰Co-γ辐照灭菌在中药及其制剂中的应用[J]. 现代中药研究与实践,2003,17(6):59-61.
- [22] 王二兵,赵正保,曲婷丽. ⁶⁰Co辐照灭菌对止咳立效口服液主要成分的影响[J]. 中成药,2013,35(9):2056-2058.
- [23] 张世才,李奉勤,史冬霞,等. 辐照灭菌在中药方面的应用研究进展[J]. 中国药业,2009,18(20):76-77.
- [24] 徐涛,陈范欣. 中药辐射灭菌的原理和安全评价[J]. 中草药,2005,36(5):792-793.

(收稿日期:2021-02-22)

quantification(LOQ) were 26.82, 46.78, 14.20 and 23.54 ng, respectively. The average recoveries of evodiamine, rutaecarpine, dehydroarutaecarpine and evocarpine were in the range of 98.29%–99.06% with RSDs of 1.96%–2.79% ($n=6$). In the raw and processed products of *Euodiae Fructus*, the content of alkaloids in the stir-fried *Euodiae Fructus* with water decoction of *Coptidis Rhizoma* was the highest(13.643 mg/g), while that in the soaking *Euodiae Fructus* in hot water was the lowest(11.202 mg/g). **Conclusion** Stir-fried *Euodiae Fructus* with water decoction of *Coptidis Rhizoma* is the best processing technology for its alkaloids to exert their pharmacological effects, which can provide a reference for the processing of *Euodiae Fructus* in its producing area and further improving its quality standard.

Key words: *Euodiae Fructus*; alkaloids; processed technology; HPLC; stir-fried *Euodiae Fructus* with water decoction of *Coptidis Rhizoma*; soaking *Euodiae Fructus* in hot water; fried *Euodiae Fructus* with *Coptidis Rhizoma*

吴茱萸为芸香科植物吴茱萸 *Euodia rutaecarpa* (Juss.) Benth. 的干燥近成熟果实,主产于广西、贵州、云南等地,具有散寒止痛、降逆止呕等功效^[1]。其含有多种化学成分,目前从中分离的主要有生物碱、柠檬苦素类、挥发油等成分,生物碱类成分是吴茱萸主要有效成分之一,其中吴茱萸碱和吴茱萸次碱含量较高,具有抗炎、抗菌、抗肿瘤、镇痛等多种药理活性^[2-7]。吴茱萸在临床应用中多用生品和炮制品,但不同炮制方法对吴茱萸生物碱的含量影响较大。中药的炮制可改变其性味归经和有效成分,进而影响药理作用和临床应用效果^[8]。本研究中对吴茱萸生品及黄连水炒吴茱萸、热水浸吴茱萸、黄连制吴茱萸3种炮制品中的生物碱含量进行分析,为该药材的临床应用提供参考。现报道如下。

1 仪器与试剂

1.1 仪器

Varian 210 型高效液相色谱仪(美国 Varian 公司); SB-5200D 型超声波清洗仪(宁波新芝生物科技股份有限公司,功率为 200 W,频率为 40 kHz);BSA124S 型电子分析天平(德国 Sartorius 公司,精度为万分之一);UV-1240 型紫外-可见光光度计(日本 Shimadzu 公司)。

1.2 试剂

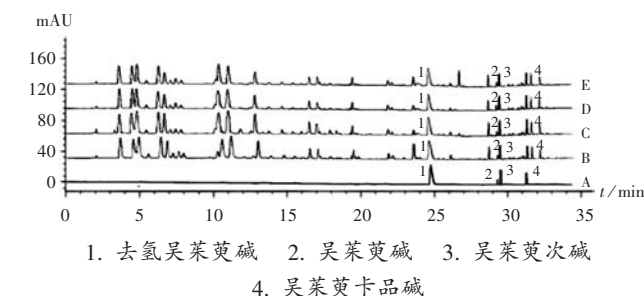
吴茱萸碱对照品(批号为 110802-201710,含量为 99.6%),吴茱萸次碱对照品(批号为 110801-201608,含量为 99.7%),去氢吴茱萸碱对照品(批号为 20531-201703,含量为 98%),均购自中国食品药品检定研究院;吴茱萸卡品碱对照品(成都克洛玛生物科技有限公司,批号为 CHB170224);吴茱萸药材采自广西马山县周鹿镇吴茱萸种植基地,经广西药用植物园彭玉德高级工程师鉴定为正品,批号分别为 202006,202007,202008,分别编号为 A₁,A₂,A₃;黄连(南宁生源中药饮片有限公司,批号为 20191206);乙腈为色谱纯,其他试剂均为分析纯。

2 方法与结果

2.1 色谱条件与系统适用性试验

色谱柱:Agilent Poroshell 120 EC-C₁₈ 柱(100 mm×4.6 mm,2.7 μm);检测波长:330 nm;流速:0.8 mL/min;进样量:10 μL;柱温:30℃;流动相:乙腈(A)-0.1%甲

酸溶液(B),梯度洗脱(0~3 min 时 5% A,3~10 min 时 5% A→10% A,10~15 min 时 10% A→15% A,15~23 min 时 15% A→25% A,23~26 min 时 25% A→50% A,26~30 min 时 50% A→80% A,30~35 min 时 80% A→100% A)^[9]。此色谱条件下的色谱图见图 1。



1. 去氢吴茱萸碱 2. 吴茱萸碱 3. 吴茱萸次碱
4. 吴茱萸卡品碱
A. 混合对照品溶液 B. 吴茱萸生品溶液 C. 黄连水炒吴茱萸溶液 D. 热水浸吴茱萸溶液 E. 黄连制吴茱萸溶液

图 1 高效液相色谱图

1. evodiamine 2. rutaecarpine 3. dehydroarutaecarpine 4. evocarpine
A. Mixed reference solution B. Raw *Euodiae Fructus* solution
C. Stir-fried *Euodiae Fructus* with water decoction of *Coptidis Rhizoma* solution
D. Soaking *Euodiae Fructus* in hot water solution E. Fried *Euodiae Fructus* with *Coptidis Rhizoma* solution

Fig. 1 HPLC chromatograms

2.2 吴茱萸炮制品制备

黄连水炒吴茱萸^[10]:取黄连饮片 10 g,加 5 倍量水,煎煮 3 次,过滤,合并水煎液,浓缩至 20 mL;另取净吴茱萸(A₁)100 g,加 2 倍量沸水,浸润 2 h,取出,晒干,置铜锅内,加黄连水于 150℃ 喷炒 8 min,即得。

黄连制吴茱萸^[11-12]:取黄连饮片 5 g,加 5 倍量水,煎煮 3 次,过滤,合并水煎液,浓缩至 120 mL;另取净吴茱萸(A₁)100 g,将黄连汁趁热倒入,焖润 2 h,炒至微干,取出,晾晒至干,即得。

热水浸吴茱萸:取净吴茱萸(A₁)100 g,加 2 倍量沸水,浸润 2 h,取出,晾晒至干,即得。

2.3 溶液制备

供试品溶液^[13-14]:取吴茱萸生品及其不同炮制品适量,粉碎后过 3 号筛,取 0.5 g,精密称定,置具塞锥形瓶中,精密加入 70% 乙醇 25 mL,称定质量,浸泡 1 h,超声处理 40 min,冷却后再称定质量,用 70% 乙醇补足缺失的质量,摇匀,微孔滤膜滤过,即得。

表1 吴茱萸中4种生物碱线性关系考察与精密度、稳定性和重复性试验结果($n=6$)

Tab. 1 Results of linear relation, precision, stability and repeatability tests of four alkaloids in *Euodiae Fructus* ($n=6$)

成分	回归方程	r	线性范围(μg)	RSD(%)			重复性试验	
				日内精密度试验	日间精密度试验	稳定性试验	含量(mg/g)	RSD(%)
A	$Y=50.62X-32.84$	0.999 5	1.05~20.96	0.80	1.43	1.04	3.935	1.16
B	$Y=126.10X-13.58$	0.999 5	1.35~27.05	0.65	1.16	0.89	5.236	0.97
C	$Y=125.61X-27.64$	0.999 7	0.20~4.08	0.68	1.38	0.82	0.654	0.94
D	$Y=21.73X-16.45$	0.999 6	0.51~10.21	0.81	1.75	1.36	1.906	1.07

注:A为去氢吴茱萸碱,B为吴茱萸碱,C为吴茱萸次碱,D为吴茱萸卡品碱。表2同。

Note: A is evodiamine, B is rutaecarpine, C is dehydroarutaecarpine, D is evocarpine, as well as Tab. 2.

混合对照品溶液:取吴茱萸碱、吴茱萸次碱、去氢吴茱萸碱和吴茱萸卡品碱对照品各适量,精密称定,加甲醇制成质量浓度分别为1.0482,1.3526,0.2042,0.5061 mg/mL的对照品贮备液。取上述对照品贮备液各适量,加甲醇制成一定质量浓度的混合对照品溶液。

2.4 方法学考察

线性关系考察:分别精密吸取2.2项下各对照品贮备液1.0,2.0,5.0,10.0,15.0,20.0 μL ,注入色谱仪,按2.1项下色谱条件分别进样测定,记录色谱图。以各成分峰面积(Y)为纵坐标、含量($X, \mu\text{g}$)为横坐标进行线性回归,得回归方程(见表1)。结果表明,各成分含量均在各自范围内与峰面积线性关系良好。

精密度试验:取2.3项下混合对照品溶液,按2.1项下色谱条件,同一时间内重复进样6次,考察日内精密度;连续3 d重复进样6次,考察日间精密度。结果4种成分峰面积日内精密度的RSD介于0.65%~0.81% ($n=6$),日间精密度的RSD介于1.16%~1.75% ($n=6$),表明仪器精密度良好。详见表1。

稳定性试验:取同一批(编号为A₁)样品,依法制备供试品溶液,分别于制备后0,2,4,8,12,24 h时按2.1项下色谱条件进样分析。结果各成分峰面积的RSD介于0.82%~1.36% ($n=6$),表明供试品溶液在24 h内稳定性良好。详见表1。

重复性试验:取同一批(编号为A₁)样品粉末0.5 g,精密称定,平行6份,按2.3项下方法制备供试品溶液,按2.1项下色谱条件进样分析,记录色谱图。结果各成分峰面积的RSD介于0.94%~1.16% ($n=6$),表明方法重复性良好。详见表1。

加样回收试验:取已知含量的样品(编号为A₁)粉末0.25 g,精密称定,平行6份,分别精密加入2.3项下混合对照品贮备液各1.0 mL,依法制备供试品溶液,按2.1项下色谱条件进样分析,记录色谱图。结果各成分平均加样回收率介于98.29%~99.06%,RSD介于1.96%~2.79% ($n=6$)。详见表2。

检测限与定量限考察:取2.3项下混合对照品溶液

表2 吴茱萸生品中4种生物碱加样回收试验结果($n=6$)

Tab. 2 Results of the recovery tests of four alkaloids in raw

Euodiae Fructus ($n=6$)

成分	取样量(g)	样品含量(mg)	加入量(mg)	测得量(mg)	回收率(%)	$\bar{X}$ (%)	RSD(%)
A	0.251 2	0.988 5	1.048 2	2.006 7	97.14	99.06	2.31
	0.250 7	0.986 5	1.048 2	2.018 4	98.44		
	0.252 4	0.993 2	1.048 2	1.998 4	95.90		
	0.251 8	0.990 8	1.048 2	2.073 2	101.44		
	0.251 6	0.990 0	1.048 2	2.086 9	101.37		
B	0.250 9	0.987 3	1.048 2	2.036 1	100.06	98.76	1.99
	0.251 2	1.315 3	1.352 6	2.597 4	96.44		
	0.250 7	1.312 7	1.352 6	2.677 1	100.87		
	0.252 4	1.321 6	1.352 6	2.690 7	101.22		
	0.251 8	1.318 4	1.352 6	2.648 9	98.37		
C	0.251 6	1.317 4	1.352 6	2.653 1	98.75	98.29	1.96
	0.250 9	1.313 7	1.352 6	2.583 9	96.92		
	0.251 2	0.164 3	0.204 2	0.364 5	98.04		
	0.250 7	0.164 0	0.204 2	0.368 2	100.00		
	0.252 4	0.165 1	0.204 2	0.368 4	99.56		
D	0.251 8	0.164 7	0.204 2	0.375 1	99.90	98.76	2.79
	0.251 6	0.164 5	0.204 2	0.358 7	95.10		
	0.250 9	0.164 1	0.204 2	0.362 5	97.16		
	0.251 2	0.478 8	0.506 1	0.994 9	101.98		
	0.250 7	0.477 8	0.506 1	0.976 3	98.50		
	0.252 4	0.481 1	0.506 1	0.957 6	96.31	98.76	2.79
	0.251 8	0.479 9	0.506 1	0.998 0	101.37		
	0.251 6	0.479 5	0.506 1	0.968 1	96.54		
	0.250 9	0.478 2	0.506 1	0.954 9	96.84		

适量,以甲醇逐级稀释,按2.1项下色谱条件进样测定,分别以信噪比(S/N)为3:1和10:1计算检测限和定量限。结果去氢吴茱萸碱、吴茱萸碱、吴茱萸次碱、吴茱萸卡品碱的检测限分别为8.62,13.70,4.64,7.31 ng,定量限分别为26.82,46.78,14.20,23.54 ng。

2.5 样品含量测定

取2.3项下供试品溶液,按2.1项下色谱条件进样分析,计算并比较各炮制品及生品生物碱的含量。结果其含量依次降低,黄连水炒吴茱萸>黄连制吴茱萸>

生品 > 热水浸吴茱萸。详见表 3。可见,热水浸吴茱萸会使其生物碱含量降低,黄连水炒吴茱萸的生物碱含量提升约 16.87%。吴茱萸炮制前后生物碱含量比较结果见图 2。

表 3 吴茱萸及其炮制品中生物碱含量测定结果(mg/g)

Tab. 3 Content determination of alkaloids in the raw and processed products of *Euodiae Fructus*(mg/g)

生品/炮制品	去氢吴茱萸碱	吴茱萸碱	吴茱萸次碱	吴茱萸卡品碱	合计
吴茱萸生品 A ₁	3.935	5.236	0.654	1.906	11.731
A ₂	3.868	4.985	0.599	1.742	11.194
A ₃	3.964	5.562	0.628	1.945	11.604
$\bar{X}$	3.922	5.261	0.627	1.864	11.674
黄连水炒吴茱萸	4.152	6.423	0.816	2.252	13.643
黄连制吴茱萸	3.564	7.149	0.653	1.924	13.290
热水浸吴茱萸	2.896	5.576	0.718	2.012	11.202

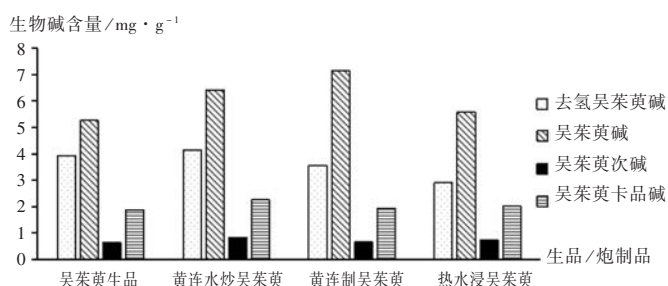


图 2 吴茱萸生品及其炮制品中生物碱含量比较

Fig. 2 Comparison of alkaloids in the raw and processed products of *Euodiae Fructus*

3 讨论

3.1 提取溶剂选择

考察了体积分数为 20%, 30%, 50%, 70%, 90% 的乙醇作为提取溶剂时对 4 种成分提取率的影响,结果提取溶剂选择体积分数为 70% 乙醇时 4 种成分提取率最大,故选用 70% 乙醇作为提取溶剂。

3.2 流动相选择

参考 2015 年版《中国药典(一部)》中吴茱萸含量测定项下方法,曾选用乙腈-四氢呋喃-0.1% 磷酸溶液作流动相,但未能测定去氢吴茱萸碱及吴茱萸卡品碱的含量;考察了乙腈-水^[15]、甲醇-乙腈-0.1% 磷酸溶液^[16]、乙腈-0.1% 磷酸溶液和 0.05% 三乙胺溶液^[17]、乙腈-0.1% 甲酸溶液等为流动相时对 4 种成分分离效果的影响,最终参考文献[9],以乙腈-0.1% 甲酸为流动相,4 种生物碱类成分的分离效果最好,基线平稳,系统压力低。

3.3 色谱柱选择

曾采用 Agilent XDB C₁₈ 柱(250 mm × 4.6 mm, 5 μm), Kromasil 100-5 C₁₈ 柱(150 mm × 4.6 mm, 5 μm), Agilent Poroshell 120 EC-C₁₈ 柱(100 mm × 4.6 mm, 2.7 μm)等进行测定,以 Agilent XDB C₁₈ 柱测得样品溶液的峰形虽好,但其保留时间较长,故未被采用;而 Kromasil

100-5 C₁₈ 柱测得样品溶液的保留时间虽合适,但峰形较差,故不作选择;Agilent Poroshell 120 EC-C₁₈ 柱测得样品溶液中 4 种生物碱类成分的保留时间合适,峰形和分离度均良好,符合《中国药典》规定。

3.4 方法评价

本研究中验证了高效液相色谱法测定吴茱萸中 4 种生物碱类成分的可行性,方法操作简便,精密度、稳定性、重复性均良好,同时也说明不同炮制方法对吴茱萸生物碱含量有一定影响,进一步阐释了不同炮制品在临床的应用应各有侧重,可为吴茱萸的规范炮制提供参考。

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, 2015: 171-172.
- [2] 楼璐璐, 徐姗姗, 方淡思. 吴茱萸化学成分与质量控制研究进展[J]. 中华中医药学刊, 2017, 35(8): 2154-2157.
- [3] 李芸, 苗小楼, 魏舒畅, 等. 吴茱萸总生物碱的提取纯化及 HPLC 含量测定[J]. 中兽医药学杂志, 2015, 34(2): 49-52.
- [4] 龚慕辛, 王智民, 张启伟, 等. 吴茱萸有效成分的药理研究进展[J]. 中药新药与临床药理, 2009, 20(2): 183-187.
- [5] 蔡康会, 张拴, 郭惠, 等. 吴茱萸碱对人肺腺癌细胞 A549 增殖的抑制作用[J]. 化学与生物工程, 2018, 35(10): 16-20.
- [6] 林晶晶, 王静, 沈涛. 吴茱萸生物碱类对心血管的药理作用研究进展[J]. 中国临床研究, 2015, 28(10): 1392-1393.
- [7] 刘利琼, 任伟, 谢丽, 等. 吴茱萸碱诱导肿瘤细胞凋亡的分子机制研究进展[J]. 现代肿瘤医学, 2015, 23(10): 1471-1474.
- [8] 杨磊, 黄开颜, 陈兴, 等. 吴茱萸不同炮制方法对抗炎镇痛作用的影响研究[J]. 中国药业, 2013, 22(5): 4-5.
- [9] 张崇佩, 龚千锋, 于欢, 等. UPLC 同时测定吴茱萸及其炮制品中 12 种成分含量[J]. 中药材, 2019, 42(8): 1781-1784.
- [10] 张崇佩, 龚千锋, 于欢, 等. 樟帮特色黄连水炒吴茱萸炮制工艺研究[J]. 中草药, 2019, 50(13): 3065-3070.
- [11] 安徽省食品药品监督管理局. 安徽省中药饮片炮制规范(2019 年版)[EB/OL]. (2019-11-11) [2021-01-23]. <http://mpa.ah.gov.cn/public/4140867/96955174.html>.
- [12] 仲学格. 本草原集说[M]. 仲昂庭, 纂集. 孙多善, 点校. 北京: 人民卫生出版社, 1997: 120-121.
- [13] 董文杰, 轩辕欢, 李伟, 等. 市售制吴茱萸中甘草汁成分质量研究[J]. 中国药业, 2020, 29(3): 60-63.
- [14] 吴梅青, 罗翔强, 唐海飞, 等. 不同炮制方法对吴茱萸指标成分含量的影响与评价[J]. 中国现代中药, 2020, 22(7): 1108-1112.
- [15] 赵金明, 张振秋. 不同炮制方法对吴茱萸中 3 种指标性成分含量的影响研究[J]. 中国实验方剂学杂志, 2011, 17(7): 60-62.
- [16] 潘瑞玲, 韩慧琴. 高效液相色谱法测定四神片中吴茱萸碱和吴茱萸次碱含量[J]. 中国药业, 2015, 24(10): 60-62.
- [17] 宫玉婷, 刘晓倩, 陈雅然. 高效液相色谱法测定左金丸和左金胶囊中 9 种成分含量[J]. 中国药业, 2020, 29(23): 56-59.

(收稿日期: 2020-12-24; 修回日期: 2021-02-18)