

DOI: 10.11931/guihaia.gxzw201703011

廖彬汛, 唐超, 于晓亮, 等. 黔产莪术油的品质分析 [J]. 广西植物, 2018, 38(4):475-481

LIAO BX, TANG C, YU XL, et al. Quality analysis on Guizhou Zedoary turmeric oil [J]. *Guihaia*, 2018, 38(4):475-481

## 黔产莪术油的品质分析

廖彬汛<sup>3</sup>, 唐超<sup>1</sup>, 于晓亮<sup>1</sup>, 罗俊<sup>1</sup>, 潘年松<sup>2\*</sup>

(1. 贵州医科大学 药理教研室, 贵阳 550004; 2. 遵义医药高等专科学校 药理教研室, 贵州 遵义 563002; 3. 黔西南州人民医院, 贵州 兴义 562400)

**摘要:** 该研究应用比重瓶法、折光率测定法、旋光度测法及电感耦合等离子体发射光谱法, 分别对莪术油的相对密度、折光率、比旋度、重金属含量进行了测定, 同时采用 HPLC 法测定莪术油中成分含量以及建立指纹图谱进行相似度的比较分析。结果表明: 黔产莪术油的相对密度为 0.987 0, 比旋度为 +24.146 8°, 折光率为 1.509, 指纹图谱与中药制剂指纹图谱对照, 相似度为 0.976, 总重金属含量总和 < 10 mg · kg<sup>-1</sup>, 砷盐未检测出。检测的各项指标均符合 2015 版中国药典莪术油项下的相关规定, 该研究方法可行、数据可靠。该研究结果确认了黔产莪术油有较高的安全性及良好的品质, 可作为药材原料使用, 为黔产莪术油的综合开发利用及质量控制提供了科学依据。

**关键词:** 黔产莪术, 挥发油, ICP-OES, HPLC, 质量控制

中图分类号: Q946 文献标识码: A 文章编号: 1000-3142(2018)04-0475-07

## Quality analysis on Guizhou Zedoary turmeric oil

LIAO Binxun<sup>3</sup>, TANG Chao<sup>1</sup>, YU Xiaoliang, LUO Jun<sup>1</sup>, PAN Niansong<sup>2\*</sup>

(1. Department of Pharmacology, Guizhou Medical University, Guiyang 550004, China; 2. Department of Pharmacology, Zunyi Medical College, Zunyi 563002, Guizhou, China; 3. Qianxinan People's Hospital, Xingyi 562400, Guizhou, China)

**Abstract:** This study was conducted referring to the 2015 version of the Chinese Pharmacopoeia Zedoary turmeric oil under the relevant provisions. The relative density, refractive index, specific rotation and the content of heavy metal were determined using the method of pycnometer, refractive index method, optical rotation measurement and inductively coupled plasma emission spectroscopy. HPLC method was used to analyze the content of Zedoary turmeric oil and its fingerprint similarity. The research method was feasible and the data were reliable. The results showed that the relative density of Guizhou Zedoary turmeric oil was 0.987 0, the specific rotation was +24.146 8°, and the refractive index was 1.509. The fingerprint was compared with the fingerprint of traditional Chinese medicine preparations, the similarity was 0.976, and the total heavy metal content was less than 10 mg · kg<sup>-1</sup>. Arsenic salt was not detected. The indicators tested are in compliance with the relevant provisions of the 2015 edition of the Chinese Pharmacopoeia Zedoary Oil. The results confirmed that the medicinal Zedoary turmeric oil had high safety and good quality, and could be used as raw material for medicinal materials, which provided the scientific basis for the comprehensive development, utilization and quality con-

收稿日期: 2017-05-11

基金项目: 贵州省厅校联合项目(黔科合 LG 字 [2011]006 号) [Supported by Guizhou Provincial Hall School Joint Program (Qian Kehe LG ([2011]006))].

作者简介: 廖彬汛(1992-), 男, 广西平南人, 硕士, 研究方向为中药肿瘤药理学, (E-mail) 1065700592@qq.com。

\* 通信作者: 潘年松, 博士, 教授, 研究方向为中药药理学, (E-mail) 783044500@qq.com。

trol of Zedoary turmeric oil.

**Key words:** Guizhou Zedoaria, volatile oil, ICP-OES, HPLC, quality control

莪术为姜科植物蓬莪术(*Curcuma phaeocaulis*)、广西莪术(*Curcuma kwangsiensis*)或温郁金(*Curcuma wenyujin*)的干燥根茎,主产于广西、四川、浙江等地(中华人民共和国药典,2015)。莪术油(Zedoary turmeric oil)是从莪术干燥根茎中提取的挥发油,现代研究显示,莪术油中含有 $\beta$ -榄香烯、莪术酮、莪术醇、莪术二酮等抗肿瘤活性成分,具有良好的抗肿瘤效果(黄臣虎等,2010)。莪术油是一种植物来源的抗肿瘤药用组分,在抗肿瘤治疗方面具有广泛的应用前景。

因莪术药材不同产地、品种对其挥发油的有效成分及质量有极大的影响,本研究通过水蒸气蒸馏法提取黔产莪术中的挥发油,参照2015版中国药典莪术油项下的相关规定,对黔产莪术油的相对密度、比旋度、折光率、重金属、砷盐含量、指纹图谱、有效含量等项目进行考察,对黔产莪术油的品质进行研究,以期对黔产莪术挥发油品质鉴定及综合开发利用提供科学依据。

## 1 仪器与材料

### 1.1 仪器

Agilent LC-1260 高效液相色谱仪(美国安捷伦公司)(包括四元梯度泵,二极管矩阵检测器,柱温箱,自动进样器,Agilent 工作站);色谱柱:依利特 Hypersil ODS2 C-18 柱(200 mm $\times$ 4.6 mm, 5  $\mu$ m);iCAP-7000 电感耦合等离子体发射光谱仪(美国 Thermo Fisher Scientific 公司);XS205 型十万分之一电子天平(瑞士梅特勒-托利多科学仪器公司);ZNHW 型数控电热套(巩义市予华仪器厂);电子天平(上海市冈电子有限公司);DKS-26 电热恒温水浴锅(宁波江南仪器厂);DZF-6021 真空干燥箱(上海齐欣科学仪器有限公司);WX-8000 微波消解仪(上海屹尧仪器科技发展有限公司);离心机;10 mL 比重瓶;AR-2008 阿贝折射仪(德国 KRUSS 公司);SGW-1 型自动旋光仪(上海

精密科学有限公司)。

### 1.2 材料和试剂

黔产莪术(遵义绿普森农业有限公司)是从四川崇州引种的莪术种子,在遵义市湄潭县种植,经过遵义市药检所冯华副主任鉴定属于广西莪术种。无水硫酸钠(分析纯,天津市巴斯夫化工有限公司);吉马酮对照品(批号为20160129 纯度99.5%)、呋喃二烯对照品(批号为111824-201102 纯度99.4%)均购于中国药品生物制品检定所;多元素标准溶液 100  $\mu$ g $\cdot$ mL<sup>-1</sup>(批号为16D3176 购于国家有色金属及电子材料分析测试中心);乙腈为色谱纯;硝酸(优级纯,批号为20150115,国药集团化学试剂有限公司);甲醇为色谱纯。

## 2 方法与结果

### 2.1 挥发油的提取

根据2015年版中国药典第四部挥发油测定法(通则2204),取黔产莪术鲜品,按许政旭等(2015)报告方法提取,称取200 g 鲜品莪术,切成粒径为(0.2 $\pm$ 0.1) cm 的颗粒,置于2 000 mL 圆底烧瓶中,加水1 000 mL 及数粒玻璃珠,振摇均匀,浸泡6 h,水蒸气回流法提取8 h。记录挥发油量,收集挥发油,用无水硫酸钠脱水干燥后备用,计算鲜品莪术平均出油率。结果见表1。

### 2.2 折光率的测定

2.2.1 折光计的选取 读取数至0.000 1,测量范围为1.300 0~1.700 0 nD 的阿贝折射仪,采用钠光谱的D线(589.3 nm)测定莪术油相对于空气的折光率。

2.2.2 折光计的校正 测定前,使用校正液和校正板对折射仪进行校正,校正后备用。

2.2.3 折光率的测定 取供试品在温度20  $^{\circ}$ C 时测定,重复测量3次,3次的读数分别为1.508、1.503、1.507,取3次平均值即为供试品的折光率,计算求得折光率为1.506。

表 1 鲜品黔产莪术挥发油提取率

Table 1 Extraction rate of volatile oil from fresh Guizhou Zedoary

项目 Item	序号 No.									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
提取率 Extraction rate ( $\text{mL} \cdot 100 \text{g}^{-1}$ )	0.6	0.7	0.7	0.8	0.7	0.8	0.7	0.6	0.8	0.8
平均值 $\pm$ 标准差 $\bar{x} \pm s$	0.72 $\pm$ 0.079									

### 2.3 比旋度测定

使用 SGW-1 型自动旋光仪,采用钠光谱的 D 线 (589.3 nm) 测定旋光度,读数至  $0.001^\circ$ ,在温度  $20^\circ\text{C}$  下测定。取莪术油适量,加乙醇制成  $50 \text{mg} \cdot \text{mL}^{-1}$  的溶液,先用供试莪术油溶液冲洗测定管 3 次,缓缓注入供试莪术油溶液适量,置于旋光计内检测读数,自动复测旋光度 6 次,记录读数,即得供试液的旋光度,结果见表 2。

表 2 莪术油比旋度测定结果 ( $n=6$ )

Table 2 Specific rotation results of Zedoary turmeric oil

项目 Item	序号 No.					
	1	2	3	4	5	6
比旋度 Specific rotation	$23.954^\circ$	$24.179^\circ$	$24.231^\circ$	$24.259^\circ$	$23.726^\circ$	$24.532^\circ$
平均值 $\pm$ 标准差 $\bar{x} \pm s$	$24.146 \ 83 \pm 0.276 \ 9$					

### 2.4 相对密度的测定

采用比重瓶法测定黔产莪术油的相对密度,在低于  $20^\circ\text{C}$  的温度条件下,取洁净、干燥的比重瓶,精密称定重量为  $25.037 \ 2 \text{g}$ ,装满莪术油供试品后,装上温度计,排尽瓶中气泡,置  $20^\circ\text{C}$  的水浴中放置  $20 \text{min}$ ,使供试品的温度达到  $20^\circ\text{C}$ ,用滤纸吸掉溢出侧管的液体,立即盖上罩。然后将比重瓶自水浴中取出,再用滤纸将比重瓶的外面擦净,精密称定,减去比重瓶的重量,求得供试品的

重量为  $9.927 \ 5 \text{g}$ ,然后将供试品倾去,洗净比重瓶,装满纯净水,再照上法测得同一温度时水的重量  $10.058 \ 3 \text{g}$ ,按公式计算,供试品的相对密度 = 供试品重量/水重量,求得莪术油的相对密度为  $0.987 \ 0$ 。

### 2.5 重金属含量的测定

2.5.1 供试品溶液的制备 取莪术油约  $0.2 \text{g}$ ,精密称定,置于  $50 \text{mL}$  密闭式聚四氟乙烯的微波消解罐中,加硝酸  $5 \text{mL}$  和氢氟酸  $0.5 \text{mL}$ 。密闭并按各微波消解仪的相应要求及一定的消解程序进行消解,消解程序如表 3。

表 3 微波消解程序

Table 3 Microwave digestion procedure

步骤 Step	功率 Power (W)	升温时间 Heating time (min)	温度 Temperature ( $^\circ\text{C}$ )	保持时间 Hold time (min)
1	600	5	80	2
2	800	10	120	3
3	900	5	140	3
4	1 200	10	180	5

消解完全后,消解液冷却至  $60^\circ\text{C}$  以下,取出消解罐,放冷,置消解罐中于  $140 \sim 160^\circ\text{C}$  智能控温电加热器中赶酸,待氢氟酸挥发完全后,用水洗涤消解罐 3~5 次,洗液合并于  $50 \text{mL}$  塑料容量瓶中,用水定容至  $20 \text{mL}$  刻度,混匀备用,同法制备空白溶液。

2.5.2 标准品贮备液的制备 利用移液管精密量取 2 mL 含有多元素标准溶液 ( $100 \mu\text{g} \cdot \text{mL}^{-1}$ ), 用 10% 的硝酸定容至 200 mL, 制成  $1 \mu\text{g} \cdot \text{mL}^{-1}$  的多元素标准品贮备液。

2.5.3 标准品溶液的制备 精密量取标准品贮备液适量, 用 2% 的硝酸溶液稀释制成每 1 mL 含重金属铅、砷、铜、汞和镉 0 ng、50 ng、100 ng、200 ng、500 ng 的系列浓度混合溶液。

2.5.4 含量的测定

2.5.4.1 ICP 仪器工作参数 ICP 射频功率为 1 150 W, 等离子体气(氩气)流速为  $15 \text{ L} \cdot \text{min}^{-1}$ , 辅助气(氩气)流速为  $0.5 \text{ L} \cdot \text{min}^{-1}$ , 雾化气(氩气)流速为  $0.7 \text{ L} \cdot \text{min}^{-1}$ 。等离子观测: 水平, 低波范围为 10, 高波范围为 7, 样品冲洗 30 s, 最大积分时间为 30 s, 读数延迟 30 s, 重复次数为 3 次, 分析泵速为 50

$\text{r} \cdot \text{min}^{-1}$ 。待 ICP-OES 仪器在最佳条件下稳定 30 min 后, 先以配制的标准溶液建立工作曲线进行校正, 再对样品溶液进行测定。

2.5.4.2 线性关系及波长的考察 电感耦合等离子体原子发射光谱对每种元素的测定都可以同时选择多条不同特征谱线进行应用。因此, 实验过程中对每种检测元素同时选取 2~3 条谱线进行检测分析, 综合分析光谱图的强度、稳定性和干扰等情况, 选择最优的波长作为分析波长。依次将仪器的进样管插入各个不同质量浓度的混合标准溶液中, 在相应波长下测定吸光度, 每一质量浓度测定 3 次, 以吸光度 Y 为纵坐标, 相应元素标准溶液质量浓度 X ( $\text{ng} \cdot \text{mL}^{-1}$ ) 为横坐标, 作标准曲线并确定其相关系数及线性范围。结果见表 4。

2.5.4.3 元素含量测定 在同样的分析条件下进行

表 4 各元素回归方程及线性范围

Table 4 Regression equation and linear range of each element ( $n=3$ )

元素 Element	检测范围 Detection range ( $\text{ng} \cdot \text{mL}^{-1}$ )	回归方程 Regression equation	相关系数 Correlation coefficient	检测波长 Detection wavelength (nm)
Pb	0~500	$Y=0.995X+0.793$	0.999 7	216.999
As	0~500	$Y=0.966X+5.612$	0.999 4	189.042
Cu	0~500	$Y=0.998X+0.195$	0.999 8	324.754
Hg	0~500	$Y=0.987X+2.088$	0.999 9	184.950
Cd	0~500	$Y=0.986X+2.227$	0.999 9	226.502

空白扣减试验, 根据仪器要求扣除空白干扰, 按照实验方法, 分别测定样品中各重金属含量。平行 3 次, 取平均值, 测定结果见表 5。参照 2015 年版药典莪术油项下规定, 总重金属含量不得过  $10 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ , 含砷限不得过  $2.0 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ , 并参照 2001 年版《药用植物及制剂进出口绿色行业标准》对药用植物原料、饮片等的限量标准。铜  $\leq 20.0 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ , 铅  $\leq 5.0 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ , 镉  $\leq 0.3 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ , 汞  $\leq 0.2 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ , 砷  $\leq 2.0 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ 。从表 3 来看, 莪术油中 5 种重金属含量及总重金属含量均未超标, 符合限量标准要求。

## 2.6 莪术油含量测定及指纹图谱的建立

2.6.1 色谱条件 色谱柱, 依利特 Hypersil ODS2 C-18

表 5 莪术油中五种重金属含量

Table 5 Five kinds of heavy metal contents in Zedoary turmeric oil ( $n=3$ )

重金属元素 Heavy metal element	含量 Content ( $\text{mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ )
铅 Pb	0.098 54
砷 As	—
镉 Cd	0.005 43
铜 Cu	—
汞 Hg	0.162 50

注: “—”表示未检测出。

Note: “—” means not detected.



柱(200 mm × 4.6 mm, 5 μm), 流动相 A 为乙腈, 流动相 B 为水, 按表 6 进行梯度洗脱, 流速为 1 mL · min<sup>-1</sup>, 柱温为 35 °C, 检测波长为 216 nm, 进样体积为 10 μL。

表 6 流动相梯度洗脱表

Table 6 Mobile phase gradient elution table

时间 Time (min)	流动相 A Mobile phase A (%)	流动相 B Mobile phase B (%)
0~20	60→95	40→5
21~35	95	5

2.6.2 对照品溶液的制备 分别精密称定吉马酮对照品 5.770 mg, 呋喃二烯对照品 7.100 mg 置于 25 mL 容量瓶中, 加无水乙醇定溶。再精密吸取混合溶液 5 mL 于 25 mL 容量瓶中, 无水乙醇定溶至刻度。制成每 1 mL 含牻牛儿酮 46.16 μg、呋喃二烯 56.80 μg 的混合溶液。

2.6.3 供试品溶液的制备 取挥发油品 0.1 g, 精密称定, 置 50 mL 容量瓶中, 加无水乙醇至刻度, 摇匀, 精密量取 5 mL, 置 25 mL 量瓶中, 加无水乙醇至刻度, 摇匀, 滤过, 取续滤液, 制成每 1 mL 含挥发油 400 μg 溶液。

2.6.4 含量测定 分别精密吸取供试品和对照品溶液 10 μL, 注入液相色谱仪, 测定峰面积, 平行测定 2 次, 取峰面积平均值, 用外标法计算挥发油中吉马酮和呋喃二烯的百分含量。得吉马酮 10.178%, 呋喃二烯 12.236%, 供试品的色图谱与标准品的色图谱如图 1 和图 2。

2.6.5 指纹图谱的对比 把供试品的色谱图与中药(制剂)色谱指纹图谱对照, 供试品指纹图谱中分别呈现相应的参照物色谱峰和保留时间相同的色谱峰。按中药色谱指纹图谱相似度评价系统计算, 供试品指纹图谱与对照品指纹图谱的相似度达到 0.976, 符合 2015 版药典相似度不得低于 0.95 的要求。

2.6.6 黔产莪术油品质研究结果 基于 HPLC 和 ICP-OES 等方法分析研究黔产莪术油的品质, 参照

2015 版中国药典项下相关要求, 分析测定了黔产莪术油的相对密度, 比旋度, 折光率, 指纹图谱与对照指纹图谱相似度, 吉马酮含量, 呋喃二烯含量, 总重金属含量, 砷盐等项目。结果见表 7。

由表 7 的结果得出, 检测的各项指标均达到了 2015 版中国药典莪术油项下要求, 本研究结果表明, 黔产莪术油的品质符合药典规定, 可为黔产莪术挥发油品质鉴定及综合开发利用提供质量保证, 为黔产莪术油的质量标准制的订提供实验依据。

### 3 讨论

莪术是一味很有发展前途的中药, 莪术油是 2015 版中国药典收录的品种, 具有抗肿瘤、抗菌、抗病毒、抗炎、抗血栓形成、增强机体自身的免疫功能等作用。本课题组前期的研究表明(张卫霞等, 2014, 2015; 许政旭等, 2016; 朱诗国等, 2017), 莪术油具有良好的抗肿瘤作用, 莪术油作为传统抗肿瘤中药, 受到了医疗界越来越高的重视, 并在其品种、栽培、成分分析、药理作用等方面做了系统的研究(展晓日等, 2011)。由于莪术油的成分含量较为复杂, 不同品种、不同基源产地的莪术, 其有效组分及含量差别较大。2015 版中国药典仅对温莪术的挥发油做要求, 对其余品种的莪术油没有明确的规定, 故莪术油的品质难以达到统一。这对于莪术油的推广应用产生极大的阻碍, 也使临床用药存在安全性隐患。所以对不同产地, 不同品种的莪术油质量进行再评价鉴定具有重大意义。

本研究基于高效液相色谱法和电感耦合等离子体原子发射光谱法对莪术油的品质做了较为系统全面的研究, 通过水蒸气蒸馏法提取黔产莪术中的挥发油, 参照 2015 版中国药典莪术油项下的相关规定, 对黔产莪术油相对密度, 比旋度, 折光率, 重金属, 指纹图谱, 有效含量等项目进行考察。对黔产莪术油进行质量监控, 完善了莪术油质量控制研究。分析得到黔产莪术油的相对密度为 0.987 0, 比旋度为 +24.146 8°, 折光率为 1.509, 指纹图谱与中药制剂指纹图谱对照, 相似度为 0.976,

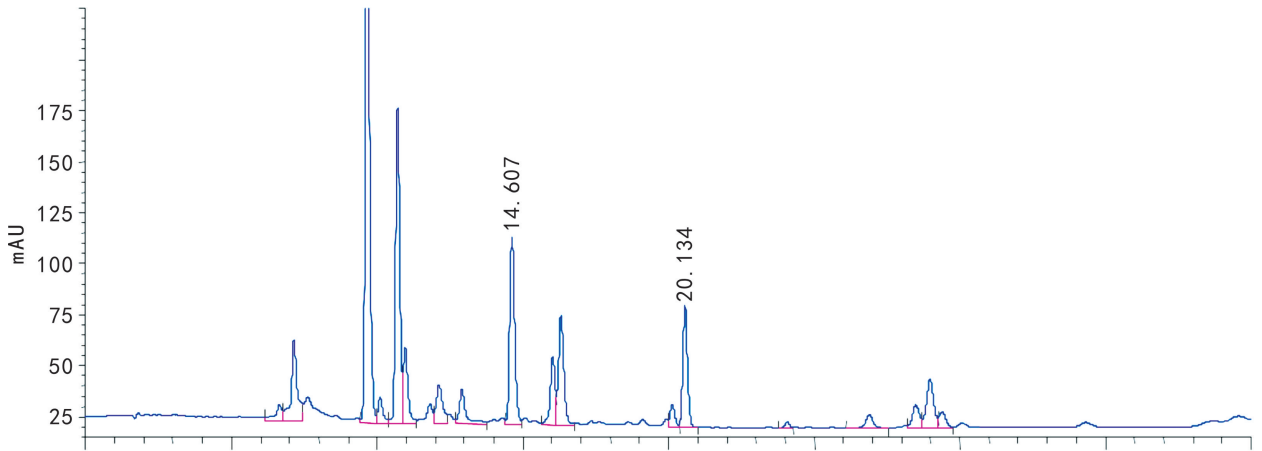
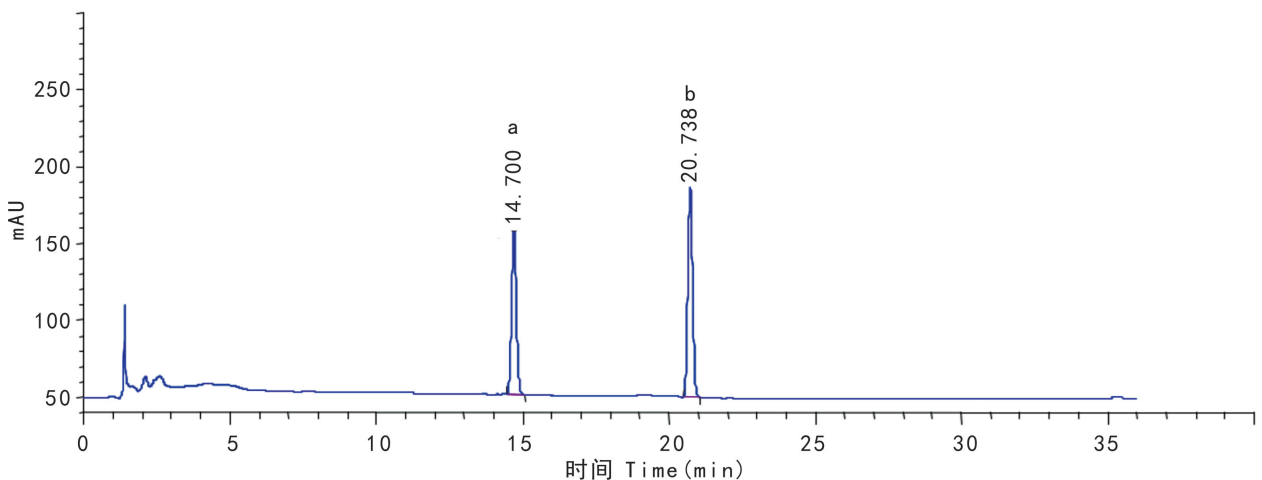


图 1 供试品的色谱图

Fig. 1 Chromatogram for the test sample



注: a. 吉马酮; b. 呋喃二烯。

Note: a. Germacrone; b. Furanodiene.

图 2 标准品的色谱图

Fig. 2 Chromatogram of the standards

吉马酮含量为 10.178%, 呋喃二烯含量为 12.236%, 总重金属含量总和  $< 10 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ , 砷盐未检测出。检测的各指标均符合 2015 版中国药典莪术油项下的相关规定, 说明黔产莪术油具有良好的品质。这为黔产莪术油质量标准的建立提供实验依据, 同时也为黔产莪术挥发油综合利用奠定理论基础。

中药中重金属元素的含量是中药质量控制重

要指标之一, 重金属在人体内代谢缓慢, 容易积累, 危害人体健康(胡秋芬等, 2008), 因此对于中药材等原料应严格监控其重金属含量。在有害重金属方面, 2015 药典仅对莪术油中的总金属和砷盐做了限定, 对其他的铅、铜、汞、镉等有害重金属没有明确的要求。本研究采用电感耦合等离子体原子发射光谱法对莪术油的重金属的含量进行检测, 并增加了铅、铜、汞、镉等有害金属的检测, 其

表 7 黔产莪术油品质研究结果

Table 7 Research results of Guizhou Zedoary turmeric oil quality

检测项目 Test item	药典限量要求 Limited requirement in Pharmacopoeia	测定结果 Determination result
相对密度 Relative density	0.970~0.990	0.987 0
比旋度 Specific rotation	+20°~+25°	+24.146 8°
折光率 Refractive index	1.500~1.510	1.509
指纹图谱相似度 Fingerprint similarity	≥0.95	0.976
吉马酮含量(%) Germacrone content	≥7.5	10.178
呋喃二烯含量(%) Furanodiene content	≥10.0	12.236
总重金属含量(mg·kg <sup>-1</sup> ) Total heavy metal content	≤10	0.266 47
砷盐含量(mg·kg <sup>-1</sup> ) Arsenic content	≤2.0	0

方法的精密度高、稳定性好,重现性高,方便可行,完善了莪术油质量控制研究,从而保障了莪术油的品质。提高了黔产莪术油的质量可控性、安全性,有利于整体质量的控制,使综合评价结果更加真实可靠。

## 参考文献:

- HU QF, HUANG QL, ZHOU YQ, et al, 2008. Determination of heavy metal elements in Chinese Traditional Herbs by ICP-MS. [J]. Physical Test Chem Anal Part B: Chem Anal, 12:1213-1214. [胡秋芬, 黄齐林, 周元清, 等, 2008. 用电感耦合等离子体质谱法测定中草药中重金属元素 [J]. 理化检验(化学分册), 12:1213-1214.]
- HUANG CH, LU Y, SUN ZG, et al, 2010. Advances in studies on anti-cancer mechanism of *Curcumae rhizoma* [J]. Chin Herb Med, 41(10): 1745-1747. [黄臣虎, 陆茵, 孙志广, 等, 2010. 莪术抗癌作用机制研究进展 [J]. 中草药, 41(10): 1745-1747.]

Ministry of Foreign Trade and Economic Cooperation of the Peo-

ple's Republic of China, 2001. Green Industry Standard for Import and Export of Medicinal Plants and Preparations (WM2-2001) [S]. Beijing: China Standard Press. [中华人民共和国对外贸易经济合作部, 2001. 药用植物及制剂进出口绿色行业标准 (WM2-2001) [S]. 北京: 中国标准出版社.]

- National Pharmacopoeia Commission, 2015. Pharmacopoeia of the People's Republic of China: a [M]. Beijing: China Pharmaceutical Technology Press: 274-275 [国家药典委员会, 2015. 中华人民共和国药典, 一部 [M]. 北京: 中国医药科技出版社: 274-275.]
- XU ZX, LUO J, PAN NS, et al, 2015. Study on optimum extraction technology of volatile oil and curcumin in *Curcuma* [J]. Trad Chin Med Res, 7:55-58. [许政旭, 罗俊, 潘年松, 等, 2015. 黔产莪术中挥发油和姜黄素最佳提取工艺研究 [J]. 中医研究, 7:55-58.]
- XU ZX, ZHU SG, LUO J, et al, 2016. Effect of Zedoary Turmeric oil on cell proliferation and immune factor in human rectal cancer cell line SW1463 [J]. Chin J Exp Trad Med Form, 13:102-106. [许政旭, 朱诗国, 罗俊, 等, 2016. 莪术油对人直肠癌细胞株 SW1463 细胞增殖及免疫因子的影响 [J]. 中国实验方剂学杂志, 13:102-106.]
- ZHANG WX, LUO J, PAN NS, et al, 2015. Influence of Zedoary turmeric oil on coagulation function and the expression of Proteins Bcl-2, Bax, Caspase-3 in nude mice bearing cervical Cancer [J]. Henan Trad Chin Med, 9: 2051-2053. [张卫霞, 罗俊, 潘年松, 等, 2015. 莪术油对宫颈癌荷瘤裸鼠凝血功能及 Bcl-2, Bax, Caspase-3 蛋白表达的影响 [J]. 河南中医, 9:2051-2053.]
- ZHANG WX, PAN NS, LUO J, et al, 2014. Comparative analysis of oil of zedoary turmeric to HeLa cell cyto-inhibition by four ex-traction technology [J]. Lishizhen Med Mat Med Res, 10: 2367-2369. [张卫霞, 潘年松, 罗俊, 等, 2014. 四种工艺提取的莪术油对 HeLa 细胞增殖抑制的影响 [J]. 时珍国医国药, 10: 2367-2369.]
- ZHAN XR, ZENG ZW, MENG FL, et al, 2011. Pharmaceutical researchs on Zedoary turmeric oil [J]. J Hangzhou Norm Univ (Nat Sci Ed), 5:454-458. [展晓日, 曾昭武, 孟凡莉, 等, 2011. 莪术油药学研究进展 [J]. 杭州师范大学学报(自然科学版), 5:454-458.]
- ZHU SG, PAN NS, LIAO BX, et al, 2017. Effect of Zedoary turmeric oil from Guizhou on expression of angiogenesis factors in human colorectal cancer SW1463 cells [J]. Chin J Exp Trad Med Form, (4):152-158. [朱诗国, 潘年松, 廖彬汛, 等, 2017. 黔产莪术油对人直肠癌细胞血管生成因子表达的影响 [J]. 中国实验方剂学杂志, (4):152-158.]