

# 高产高油桂郁金种质的筛选<sup>△</sup>

靳雅惠\*, 杨传强, 王 建<sup>#</sup>(广西中医药大学药学院, 南宁 530001)

中图分类号 R284.1 文献标志码 A 文章编号 1001-0408(2017)12-1673-04

DOI 10.6039/j.issn.1001-0408.2017.12.25

**摘要** 目的:建立分析高产高油桂郁金挥发油的方法,以期为桂郁金良种选育繁育提供参考。方法:采用气相色谱-质谱联用法。色谱条件:色谱柱为HP-5MS石英弹性毛细管柱,载气为高纯氦气(99.999%),载气流量为1.0 mL/min,进样口温度为250 ℃,色谱柱初始温度为50 ℃(程序升温),分流进样,分离比为10:1。质谱条件:电离方式为电子轰击离子源,电离能量为70 eV,离子源温度为230 ℃,四极杆温度为150 ℃,传输线温度为280 ℃,电子倍增器电压为1 588 V,质量扫描范围为 $m/z$  45~500。从100株不同种质样品中筛选产量大、含油量高的桂郁金较好种质,比较筛选单株的挥发油成分及各成分的相对含量,采用SPSS 22.0统计软件进行聚类分析。结果:共筛选出10个桂郁金高产高油种质,鉴定出54种化合物,10个不同种质的桂郁金挥发油共有成分为樟脑、1-石竹烯、 $\gamma$ -榄香烯、莜术烯、吉马酮、新莜术二酮,大多数种质含有龙脑、异龙脑、 $\delta$ -榄香烯、大根香叶烯、白菖烯。C78、C104、药用2的产量、挥发油含量以及挥发油中有效成分相对含量均较高。10个桂郁金高产高油种质可以分为3类。结论:该研究基本明确了高产高油桂郁金挥发油的主要化学成分,C78、C104、药用2为高产高油桂郁金种质中较优良的品系。

**关键词** 桂郁金;种质;挥发油成分;高产;高油

## Screening of High-yield and High-oil *Curcuma kwangsiensis*

JIN Yahui, YANG Chuanqiang, WANG Jian (School of Pharmacy, Guangxi University of Chinese Medicine, Nan-ning 530001, China)

**ABSTRACT** OBJECTIVE: To establish a method for analyzing the volatile oil of high-yield and high-oil *Curcuma kwangsiensis*, and to provide reference for its breeding. METHODS: GC-MS was performed on the column of HP-5MS quartz elastic capillary column, carrier gas was high purity helium (99.999%), flow rate was 1.0 ml/min, inlet temperature was 250 ℃, the initial temperature of column was 50 ℃ (temperature programmed), split injection with split ratio of 10:1. Mass spectrometry conditions: ionization mode was the electron impact ion source, ionization energy was 70 eV, the ion source temperature was 230 ℃, the quadrupole temperature was 150 ℃, transmission line temperature was 280 ℃, the electron multiplier voltage was 1 588 V, and mass scanning range was  $m/z$  45 to 500. High-yield and high-oil germplasm of were screened from 100 different germplasms, the volatile oil composition of single plant and relative percentage contents of each composition were compared, SPSS 22.0 software was used for cluster analysis. RESULTS: Totally 10 high-yield and high-oil germplasm were screened, 54 kinds of compounds were identified, the common compositions of 10 different germplasms were camphor, 1-caryophyllene,  $\gamma$ -elemene, curcumene, gemma ketone and new eurdione, most germplasms contained borneol, isoborneol,  $\delta$ -elemene, germacrene and calamine. The C78, C104, purpose 2, volatile oil content and relative percentage contents of active compositions in volatile oil were high. The 10 high-yield and high-oil germplasms can be divided into 3 groups. CONCLUSIONS: The study basically clears the main chemical

[4] 林陆君,孙玲玲,李训根,等.一种改进的基于模板匹配的显微细胞图像拼接算法[J].计算机应用与软件,2010,27(1):109-110.

[5] 黄梅,唐琨,肖建新.基于特征点的图像拼接技术在动漫中的应用[J].湖南师范大学自然科学学报,2016,39(1):50-54.

[6] 杨红菊,张艳,曹付元.一种基于颜色矩和多尺度纹理特征的彩色图像检索方法[J].计算机科学,2009,36(9):

274-276.

[7] 田秋红,孙政荣.基于Hu不变矩和BP网络的条形码图像识别方法[J].计算机工程与设计,2012,33(4):1563-1567.

[8] 高程程,惠晓威.基于灰度共生矩阵的纹理特征提取[J].计算机系统应用,2010,19(6):195-198.

[9] 吴智高.怀牛膝与川牛膝的鉴别[J].海峡药学,2007,19(6):77-78.

[10] 李灿灿,孙长辉,王静,等.基于改进的Sobel算子和色调信息的叶脉提取方法[J].农业工程学报,2011,27(7):197-199.

<sup>△</sup> 基金项目:国家自然科学基金资助项目(No.81160500);广西科技厅课题(No.桂科攻1099063-2);广西研究生教育创新计划资助项目(No.YCSZ2015181)

\* 硕士研究生。研究方向:药用植物栽培和育种。E-mail: sxyajyh@126.com

<sup>#</sup> 通信作者:教授。研究方向:药用植物栽培和育种。E-mail: gxzyywj@126.com

(收稿日期:2016-11-17 修回日期:2016-12-21)

(编辑:张 静)

composition of volatile oil of high-yield and high-oil *C. kwangsiensis*, C78, C104 and purpose 2 are the more excellent strains in high-yield and high-oil *C. Kwangsiensis* germplasm.

**KEYWORDS** *Curcuma Kwangsiensis*; Germplasm; Volatile oil components; High-yield; High-oil

桂郁金来源于姜科植物广西莪术 *Curcuma kwangsiensis* S. G. Lee et C. F. Liang 的干燥块根,又名莪苓,是2015年版《中国药典》(一部)规定的郁金的来源之一,具有活血止痛、行气解郁、清心凉血、利胆退黄之功效,主治胸胁刺痛、胸痹心痛、经闭痛经等症<sup>[1]</sup>。

郁金的主要化学成分为挥发油和姜黄素类<sup>[2]</sup>,其挥发油的药理作用和莪术油<sup>[3]</sup>类似,包括保肝利胆、降血脂等<sup>[4]</sup>。由于郁金来源不同,使其挥发油含量及成分差异显著<sup>[5]</sup>。桂郁金作为郁金的主流品种,占全国郁金总产量的60%<sup>[6]</sup>,现已广泛应用于临床。从已有文献报道中可以了解到,近些年来对于郁金的研究主要集中于化学成分<sup>[7]</sup>、药理作用<sup>[8]</sup>以及多糖类<sup>[9]</sup>、倍半萜类<sup>[10]</sup>、微量元素<sup>[11]</sup>的提取与含量检测等方面,另外在炮制加工、配伍、采收期等对药材质量的影响以及生长规律方面研究也有涉足,如翁金月等<sup>[12]</sup>对不同产地的温郁金挥发油进行了成分与含量测定,王晓华等<sup>[13]</sup>对广西莪术叶与块根(郁金)、块茎(莪术)的挥发油成分进行了对比分析。但所有文献中均未见对不同种质桂郁金的挥发油进行相关报道,且桂郁金在种质评价上也存在很大的研究空白。然而,从魏斯曼提出的“种质学说”可知,种质是保留在生殖细胞染色体上的遗传物质,通过亲代传递给后代。种质的差异可能直接影响药材的质量和药效<sup>[14]</sup>,因此为了使桂郁金药材质量规范化,保障临床疗效最大化,迫切需要进行桂郁金的育种研究。在本试验中,笔者以单株桂郁金的产量、挥发油含量及成分为考察种质是否优良的指标,探讨了不同种质桂郁金的内在差异,以期筛选出优良的桂郁金种质,为该药材的质量评价提供依据。

## 1 材料

### 1.1 仪器

T200型电子分析天平(常熟市双杰测试仪器厂);HDM2000型电热套(常州国华电器有限公司);Agilent 7890N/5975N气相色谱-质谱联用(GC-MS)仪(美国Agilent公司);KQ5200B型超声波清洗器(昆山市超声仪器有限公司,功率:200 W,频率:40 kHz);TGL-16G型离心机(上海安亭科学仪器厂)。

### 1.2 试剂

试验所用试剂均为分析纯,水为蒸馏水。

### 1.3 药材

本试验所用药材均为不同种质的桂郁金单株,共100株。前期分别采自南宁、横县、贵港、金秀等地,统一种植于南宁市仙葫种植基地,管理条件相同,经广西中医药大学王建教授鉴定为真品。

## 2 方法与结果

### 2.1 高产高油桂郁金种质的筛选

以单株桂郁金的产量和挥发油的百分含量为考察指标,对100株不同种质的桂郁金连续3年进行筛选。试验所测桂郁金质量为鲜品质量,即采收桂郁金后,清洗干净,稍微晾干称得鲜质量。筛选出单株桂郁金产量位于前10%的种质(10株,均>150.0 g),详见表1。

表1 不同种质类型桂郁金连续3年测量结果平均值  
Tab 1 Average measurement results for different germplasm of *C. kwangsiensis* in 3 consecutive years

序号	单株编号	质量,g	数量,株	挥发油含量,%	挥发油颜色
1	D3	176.3	20	0.35	近无色
2	C39	190.6	17	0.73	黄色
3	玉22	206.5	18	0.54	淡黄色
4	C78	201.2	11	0.92	淡褐色
5	C62	170.8	16	0.60	黄色
6	C104	682.3	45	1.21	褐色
7	药用2	233.5	25	1.17	褐色
8	B106	203.6	14	0.67	黄色
9	A12	182.7	12	0.34	近无色
10	B6	162.7	15	0.37	淡黄色

称取药材样品150.0 g,置于1 000 mL圆底烧瓶中,加水500 mL,提取回流6次(110℃),冷却时间约30 min,测定挥发油体积、记录颜色,并计算药材的挥发油含量。收集上层挥发油置于1.5 mL离心管中,密封,置于冰箱贮藏备用。筛选出单株桂郁金挥发油含量位于前10%的种质(10株,均>0.05 mL),详见表1。

由表1可知,单株桂郁金的质量差异明显,均值的变化范围在162.7~682.3 g之间,挥发油含量的均值变化范围在0.34%~1.21%之间;单株质量平均值最大的是C104,同时它的桂郁金数量以及挥发油含量均最高,颜色呈褐色。有5种类型单株连续3年质量平均值超过200.0 g,3种类型单株连续3年数量平均值不少于20个,且各年之间差异较小。挥发油的颜色和含量存在一定关联,含量增加的同时,其颜色逐渐变暗,从近无色到褐色。

### 2.2 试验条件

2.2.1 色谱条件 色谱柱:HP-5MS石英弹性毛细管柱(30 m×0.25 mm×0.25 μm);载气:高纯氦气(99.999%);载气流量:1.0 mL/min;进样口温度:250℃;色谱柱初始温度:50℃,程序升温(以20℃/min的速率升温至160℃,保持1 min;以5℃/min的速率升温至180℃,保持1 min;以2℃/min的速率升温至200℃,保持2 min;再以20℃/min的速率升温至280℃,保持1 min);分流进样,分离比:10:1。

2.2.2 质谱条件 电离方式:电子轰击离子源;电离能量:70 eV;离子源温度:230℃;四极杆温度:150℃;传

输线温度:280 ℃;电子倍增器电压:1 588 V;质量扫描范围: $m/z$  45~500。

### 2.3 供试品溶液的制备

量取“2.1”项下桂郁金挥发油 0.1 mL,置于 1.5 mL 离心管中,加无水乙醚溶解,待溶解后加入适量无水硫酸钠除去供试品的水分,超声处理 5 min,以半径为 7 cm、3 000 r/min 离心 10 min,取上清液,即得。

### 2.4 挥发油的 GC-MS 分析

取“2.3”项下供试品溶液适量,按“2.2”项下试验条件进样测定,记录色谱,详见图 1。筛选出匹配度(SI) > 90 的化合物,利用 NIST 08 标准质谱图库以及人工进行解析,共鉴定出了 54 种主要化合物,详见表 2。由表 2 可知,10 株不同种质的桂郁金挥发油共有成分为樟脑、1-石竹烯、 $\gamma$ -榄香烯、莪术烯、吉马酮、新莪术二酮,大多数种质含有龙脑、异龙脑、 $\delta$ -榄香烯、大根香叶烯、白菖烯等成分。

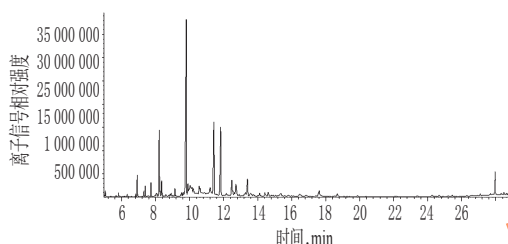


图 1 桂郁金挥发油的 GC-MS 色谱图(C104)

Fig 1 GC-MS chromatogram of *C. kwangsiensis* high-oil(C104)

利用 HPMSD 工作站数据处理系统,通过峰面积归一化法计算挥发油中各化合物的相对含量,详见表 2。结果表明,不同样品挥发油中所含的化合物种类和相对含量差异较大;C104 的吉马酮相对含量高达 34.88%,其余 9 株种质的平均值为 22.68%;仅在 C104 中未检测到  $\delta$ -榄香烯和大根香叶烯,在其余种质中均有分布;C78 中莪术烯相对含量高达 28.68%,其余 9 株种质的平均值为 18.89%;药用 2 中新莪术二酮相对含量高达 32.09%,其余 9 个种质的平均值为 12.48%;B106 中菟烯相对含量为 3.00%,而玉 22 中相对含量为 0.03%,相差达 100 倍; $\beta$ -谷甾醇仅在 D3 中检出,相对含量为 6.69%;早麦草烯仅在 C39 中检出,相对含量为 2.35%;2-茨醇仅在 A12 中检出,相对含量为 1.67%。从 B106 中检测到的化合物种类最为丰富, $\alpha$ -水芹烯、3-萜烯、双戊烯、萜品烯、萜品油烯、B-广藿香烯、 $\alpha$ -愈创木烯等化合物均为其特有成分。

表 2 不同种质桂郁金挥发油成分分析

Tab 2 Composition analysis of volatile oil from different germplasms of *C. kwangsiensis*

序号 化合物	相对含量, %									
	D3	C39	玉 22	C78	C62	C104	药用 2	B106	A12	B6
1 樟脑	1.54	1.89	2.03	1.45	1.27	2.07	1.30	3.05	0.73	0.60
2 龙脑	-	1.57	2.47	1.71	1.00	1.74	0.59	0.81	-	0.34
3 异龙脑	1.22	1.77	1.75	1.40	0.95	1.53	0.61	1.58	-	0.32
4 1-石竹烯	2.16	2.07	2.85	1.57	2.20	2.08	2.21	2.66	2.38	2.17

续表 2

Continued Tab 2

序号 化合物	相对含量, %										
	D3	C39	玉 22	C78	C62	C104	药用 2	B106	A12	B6	
5 $\gamma$ -榄香烯	5.51	5.48	10.03	3.06	3.36	5.20	2.38	3.35	6.20	3.41	
6 莪术烯	15.68	17.87	17.50	28.68	18.00	20.32	10.71	24.71	22.16	23.05	
7 吉马酮	26.60	22.94	16.65	31.33	24.36	34.88	21.51	15.57	24.13	20.92	
8 新莪术二酮	5.72	16.29	11.69	11.27	21.81	10.46	32.09	11.91	9.39	13.78	
9 $\delta$ -榄香烯	0.40	0.54	1.39	0.65	0.66	-	0.93	2.16	0.72	1.73	
10 大根香叶烯	1.31	1.06	1.67	1.71	1.17	-	1.45	3.31	1.43	2.26	
11 $\alpha$ -石竹烯	2.54	3.30	-	-	3.65	3.65	-	-	-	-	
12 (+)-香橙烯	-	0.41	0.64	0.65	-	-	0.97	-	-	-	
13 白菖烯	2.63	-	3.08	2.95	1.60	-	1.63	-	2.32	2.59	
14 棕榈酸	-	1.86	1.30	2.42	-	5.15	0.85	0.34	-	0.57	
15 B-瑟林烯	-	-	8.73	-	2.44	2.36	-	4.60	0.69	0.66	
16 甘香烯	-	-	-	3.98	2.60	-	2.77	-	-	3.80	
17 杜松烯	-	-	-	-	-	-	0.24	0.29	-	-	
18 呋喃二烯	-	-	4.87	3.05	-	-	2.55	3.00	4.01	2.68	
19 2-茨醇	1.33	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
20 乙酸龙脑酯	1.02	1.56	1.32	0.99	0.78	-	-	-	0.95	1.14	
21 $\beta$ -桉叶醇	12.36	7.78	-	-	3.61	3.09	-	-	4.83	-	
22 $\beta$ -谷甾醇	6.69	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
23 菟烯	-	-	0.08	0.03	0.04	-	-	3.00	-	0.20	
24 桉树脑	-	-	0.66	0.46	0.20	-	-	1.63	0.38	-	
25 $\beta$ -榄香烯	-	-	0.29	-	-	-	-	-	-	-	
26 长叶烯	-	-	0.08	-	-	-	-	-	-	-	
27 (L)- $\beta$ -蒎烯	-	-	0.09	-	-	-	-	0.30	-	0.05	
28 芳樟醇	-	-	0.56	-	-	-	0.18	0.65	-	-	
29 2-环己烯醇	-	-	0.10	-	-	-	-	-	-	-	
30 $\beta$ -律草烯	-	-	1.44	1.39	0.80	-	-	-	-	-	
31 $\beta$ -蒎烯	-	-	-	0.05	-	-	-	0.57	-	-	
32 $\alpha$ -松油醇	-	-	-	-	-	-	0.19	-	-	-	
33 $\alpha$ -水芹烯	-	-	-	-	-	-	-	0.13	-	-	
34 3-萜烯	-	-	-	-	-	-	-	0.86	-	-	
35 双戊烯	-	-	-	-	-	-	-	0.73	-	-	
36 萜品烯	-	-	-	-	-	-	-	0.10	-	-	
37 萜品油烯	-	-	-	-	-	-	-	0.54	-	-	
38 2-茨醇	-	-	-	-	-	-	-	-	1.67	-	
39 A-布黎烯	1.58	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
40 早麦草烯	-	2.35	-	-	-	-	-	-	-	-	
41 石竹烯	-	-	0.07	-	-	-	-	-	-	-	
42 A-新丁香三环烯	-	-	0.22	-	-	-	-	-	-	-	
43 蒽紫素	-	0.03	-	-	-	-	-	-	-	-	
44 Epizonarene	-	-	-	0.19	-	-	-	-	-	-	
45 A-芹子烯	-	-	-	-	0.58	-	-	-	-	-	
46 10s, 11s-Himachala-3(12), 4-diene	-	-	-	-	-	-	0.49	0.70	-	-	
47 1H-Indene, 1-ethylideneoctahydro-7 $\alpha$ -methyl-(1Z, 3 $\alpha$ , 7 $\beta$ )	-	-	-	-	-	-	8.61	-	-	-	
48 桃金娘烯醛	-	-	-	-	-	-	-	0.18	-	-	
49 B-广藿香烯	-	-	-	-	-	-	-	0.26	-	-	
50 香树烯	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.15	
51 香附子烯	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.71	
52 $\alpha$ -愈创木烯	-	-	-	-	-	-	-	0.3	-	-	
53 Tricyclo[6.3.0.0(24)]undec-8-ene, 3,3,7,11-tetramethyl	-	-	-	3.41	-	-	-	-	2.41	-	
54 1-Acetyl-4,6,8-trimethylazulene	-	0.81	1.12	2.20	-	-	0.47	0.67	0.97	0.73	

注:“-”为未检测出

Note:“-” means it was not detected

### 2.5 聚类分析

由表 2 可知,有效成分莪术烯、吉马酮、新莪术二酮的相对百分含量较其他共有成分均高出了许多。运用

SPSS 22.0 统计软件进行聚类分析,以莪术烯、吉马酮、新莪术二酮、单株质量、挥发油含量为变量,采用组间连接的聚类方法,以夹角余弦为样品相似度的距离公式,进行聚类分析,详见图2。10株种质可以分为三大类,Ⅰ类包括C78、A12、B6、D3、C39、C62、玉22、B106共8株种质;Ⅱ类以药用2独自聚为一类;Ⅲ类以C104独自聚为一类。原因可能是种质间的差异。由聚类结果可知,C78、C104、药用2属于不同类别,相似性较小,但产量、挥发油含量以及有效成分相对含量较其余种质均较高,为优良的桂郁金品系。

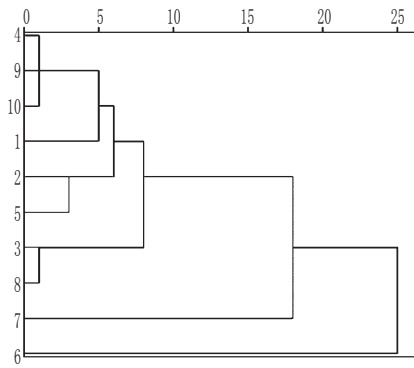


图2 不同种质桂郁金聚类分析图

Fig 2 Clustering analysis diagram of different germplasm of *C. kwangsiensis*

#### 4 讨论

在实际采收过程中,由于不定根的生长导致了桂郁金的生长辐射范围较大较深,可能造成了少许数量的桂郁金并没有被采挖出来,从而影响数据的准确度。为了尽可能地降低干扰,可以借鉴其他植物的地膜覆盖、套袋等技术寻求先进的桂郁金种植方法,使采收过程化繁为简,提高试验的准确性。

桂郁金药材中挥发油的质量是由遗传物质(种质)和环境因素(产地等)共同决定的,本试验将药材统一种植于基地,避免了环境因素对于挥发油质量的干扰,结果所表现出来的挥发油种类及相对含量的差异实际上是由种质的遗传差异导致的。然而,目前的相关研究却只重视产地而忽略了种质的巨大影响,使得桂郁金的良种选育工作进展缓慢<sup>[15]</sup>。今后,应高度重视种质的差异,兼顾产地的影响,确保药材的疗效。

本研究从100株不同种质的桂郁金中筛选出了10株高产高油种质,并对其挥发油成分进行了分析。通过筛选出SI>90的化合物,利用NIST 08标准质谱图库以及人工进行解析,确保了试验的专属性。同时,筛选出峰面积大于一定数值的峰进行统计,确保了所统计的峰面积相对较大,故未涉及检测限和定量限的考察。本研究利用HPMSD工作站数据处理系统,通过峰面积归一化法得出挥发油中各化合物的相对含量,而非绝对含量,故未涉及线性、重复性、稳定性等方法学考察。在桂郁金挥发油成分中,共有成分包括樟脑、1-石竹烯、 $\gamma$ -榄

香烯、莪术烯、吉马酮、新莪术二酮,为文献报道的郁金的有效成分<sup>[2]</sup>,在各种质中出峰时间大致相同,但相对含量差异明显。通过聚类分析,综合不同种质桂郁金的产量、挥发油含量及有效成分相对含量等3个方面,C78、C104、药用2为优良的桂郁金品系,本研究结果可以为良种繁育工作以及保障临床疗效的发挥提供参考。同时,桂郁金中姜黄素类成分的药理作用包括抗氧化、抗肿瘤等,在后期试验中可以进行姜黄素类成分的含量测定,也可以采用SSR分子标记辅助育种等方式,探讨各种质的遗传多样性及其亲缘关系,筛选出更加优良的桂郁金种质。

#### 参考文献

- [1] 国家药典委员会.中华人民共和国药典:一部[S].2015年版.北京:中国医药科技出版社,2015:208-208.
- [2] 王晓华,朱华,梁臣燕.桂郁金药材的高效液相色谱指纹图谱研究[J].时珍国医国药,2014,25(7):1614-1616.
- [3] 蒲磊,赵树鹏.莪术油对人乳腺癌MCF-7细胞增殖及凋亡的影响[J].中国新药与临床杂志,2009,28(5):376-379.
- [4] 李敏,唐远,付福友,等.郁金的研究进展[J].世界科学技术,2004,6(2):35-39.
- [5] 王颖,郭兰萍,黄璐琦,等.姜黄、莪术、郁金的化学成分与药理作用研究进展[J].中国药房,2013,24(35):3338-3341.
- [6] 王晓华,朱华,陈旭,等.郁金化学成分及其质量控制研究进展[J].安徽农业科学,2012,40(10):5873-5875.
- [7] 王艳,张朝凤,张勉.桂郁金化学成分研究[J].药学与临床研究,2010,18(3):274-275,278.
- [8] 林国彪,苏姜羽,杨秀芬.桂郁金提取物的抗炎镇痛作用[J].中国实验方剂学杂志,2011,17(16):171-173.
- [9] 潘小姣,杨秀芬,陈勇,等.桂郁金纤溶活性多糖的提取和纯化工工艺优化[J].时珍国医国药,2014,25(5):1125-1127.
- [10] 楼燕,何昊,魏星川,等.温郁金中倍半萜类成分的分离与鉴定[J].沈阳药科大学学报,2010,27(3):195-199.
- [11] 吴新新,盛振华,吴巧凤.不同产地郁金中微量元素的测定及其主成分分析[J].中成药,2015,37(2):370-374.
- [12] 翁金月,张春椿,陈茜茜,等.GC-MS分析比较不同产地温郁金挥发油的化学组分[J].中华中医药学刊,2015,33(4):981-985.
- [13] 王晓华,朱华,王孝勋,等.广西莪术叶与根茎、块根挥发油的比较研究[J].时珍国医国药,2012,23(7):1650-1652.
- [14] 廖丽.夏枯草种质资源与药材质量评价研究[D].南京:南京农业大学,2009.
- [15] 缪菊连,黄照昌,顾凤仙.郁金挥发油提取工艺及不同产地挥发油量的研究[J].广州化工,2012,40(7):100-101.

(收稿日期:2016-08-05 修回日期:2016-09-27)

(编辑:张 静)