

# 济源地区野生品系冬凌草中挥发性成分分析<sup>Δ</sup>

李高申<sup>1\*</sup>, 刘文<sup>2</sup>, 张伟<sup>3</sup>, 郭梅珍<sup>3</sup>, 尹震花<sup>4</sup>(1.黄河科技学院教务科研处, 郑州 450063; 2.河南省体育运动学校, 郑州 450044; 3.黄河科技学院医学院, 郑州 450063; 4.黄河科技学院纳米功能材料研究所, 郑州 450063)

中图分类号 R927 文献标志码 A 文章编号 1001-0408(2016)12-1664-04

DOI 10.6039/j.issn.1001-0408.2016.12.27

**摘要** 目的:分析济源地区野生品系冬凌草中的挥发性成分。方法:采用顶空固相微萃取(HS-SPME)法对河南省济源地区43种野生冬凌草地上部分中的挥发性成分进行提取,采用气相色谱-质谱联用(GC-MS)法检测成分,采用面积归一化法计算各成分的相对含量。结果:43种野生冬凌草挥发性成分的种类和相对含量具有明显差异,种类在0~11种之间,相对含量在0~84.03%之间;石竹烯、石竹烯氧化物、二氢猕猴桃内酯、植酮和百秋李醇在多种不同品系野生冬凌草的挥发性成分中存在,是其主要成分;其挥发性成分的主要结构类型由萜烯类、酮类、醇类和酯类组成,此外在个别品系冬凌草中还含有少量的脂肪酸类,如棕榈酸、油酸和亚油酸。结论:济源地区不同品系野生冬凌草内在质量存在一定差异。

**关键词** 冬凌草;野生;挥发性成分;顶空固相微萃取法;气相色谱-质谱联用法

## Analysis of Volatile Components in Wild Strains of *Rabdosia rubescens* in Jiyuan Area

LI Gaoshen<sup>1</sup>, LIU Wen<sup>2</sup>, ZHANG Wei<sup>3</sup>, GUO Meizhen<sup>3</sup>, YIN Zhenhua<sup>4</sup>(1. Academic Affairs Office, Huanghe Science and Technology College, Zhengzhou 450063, China; 2. Henan Sports School, Zhengzhou 450044, China; 3. Medical College, Huanghe Science and Technology College, Zhengzhou 450063, China; 4. Institute of Nano-Structured Functional Materials, Huanghe Science and Technology College, Zhengzhou 450063, China)

**ABSTRACT** OBJECTIVE: To analysis the volatile components in wild strains of *Rabdosia rubescens* in Jiyuan area. METHODS: Headspace solid phase microextraction (HS-SPME) was conducted to extract the volatile components in 43 wild species of *R. rubescens*, GC-MS was conducted to identify the components, and peak area normalization method was conducted to calculate the relative content of the components. RESULTS: The variety and relative contents of the volatility components in 43 wild species had obvious differences and the ranges of species number and relative content was from 0 to 11 and from 0 to 84.03% respectively. Caryophyllene, caryophyllene oxide, dihydroactinidiolide, phytone and patchouli alcohol were main components which existed in a variety of different strains of volatile components of *R. rubescens*, and were mainly composed of terpenes, ketones, alcohols and esters. In addition, fatty acids such as palmitic acid, oleic acid and linoleic acid were contained in a few individual varieties. CONCLUSIONS: The internal quality in 43 wild species of *R. rubescens* has certain differences.

**KEYWORDS** *Rabdosia rubescens*; Wild; Volatile components; HS-SPME; GC-MS

冬凌草为唇形科香茶菜属植物碎米桠 *Rabdosia rubescens* (Hemsl.) Hara 的干燥地上部分,产于湖北、四川、贵州、广西、河南和河北等地<sup>[1]</sup>,其饮片苦、甘,性微寒,具有清热解毒、活血止痛之功效,主治咽喉肿痛、癥瘕痞块、蛇虫咬伤。研究表明,冬凌草中含有萜类(二萜和三萜)、黄酮、生物碱、挥发油和有机酸等化学成分,具有抗肿瘤、抗突变、抗菌消炎、抗氧化和降压等多种功效<sup>[2-3]</sup>。

检索文献发现,白玉华等<sup>[4]</sup>采用溶剂浸渍提取冬凌草中的挥发性成分,用气相色谱-质谱联用(GC-MS)法对挥发性成分进行了分析;袁珂、唐倩因等<sup>[5-6]</sup>分别采用常规水蒸气蒸馏法提取产于河南省济源太行山区和鹤壁的冬凌草中的挥发性成分,用GC-MS法对该类化学成分进行了分析。而本课题组前期已经对产于济源地区的冬凌草的抗菌活性成分及其质量评

价进行了研究<sup>[7-11]</sup>。

目前未见采用顶空固相微萃取(HS-SPME)法快速萃取冬凌草中的挥发性成分的报道。本课题组首次采用HS-SPME法快速萃取产于济源地区的43种野生冬凌草中的挥发性成分,并采用GC-MS法对该类成分进行分析,以期为该地区冬凌草资源的合理开发和应用提供科学依据。

## 1 材料

### 1.1 仪器

手动固相SPME微萃取头、65 μm聚二甲硅氧烷-二乙烯基苯(PDMS-DVB)萃取纤维头(美国Supelco公司); 6890N-5975型GC-MS仪(美国Agilent公司)。

### 1.2 试剂

C<sub>6</sub>~C<sub>26</sub>正构烷烃(美国Alfa Aesar公司)。

### 1.3 药材

43种野生冬凌草地上部分(A1~A43)于2013年7月采集

<sup>Δ</sup> 基金项目:河南省科技发展计划项目(No.122102310647)

\* 副教授,硕士。研究方向:中医学。E-mail: hghaoshen@163.com

于济源地区,由河南大学中药研究所李昌勤教授鉴定为真品。根据叶缘形状、有无叶毛、叶的大小等分为不同种,标本保存于黄河科技学院天然药物研究所。

## 2 方法与结果

### 2.1 挥发性成分的提取

使用前先将SPME微萃取头在GC仪的进样口老化10 min,老化温度为250℃,载气流速为1.0 ml/min。取阴干并粉碎的冬凌草地上部分0.3 g,置于5 ml样品瓶中,盖上盖子,插入萃取纤维头,于85℃下顶空取样30 min,取出后立即插入GC仪进样口(温度250℃)脱附1 min,得冬凌草挥发性成分。

### 2.2 试验条件

2.2.1 色谱条件 色谱柱:DB-5 ms 石英弹性毛细管柱(0.25 μm×30.0 m×250 μm);载气:高纯氮气(99.999%);流速:1.0 ml/min;进样口温度:250℃;升温程序:初始温度为50℃,保持2.0 min,以8℃/min升温至120℃,保持2 min,最后以4℃/min升温至220℃,保持5 min;进样方式:分流进样;分流比:10:1。

2.2.2 质谱条件 离子源: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:1 776 V;扫描范围:*m/z* 30~400。

### 2.3 定性分析

2.3.1 分析方法 通过标准品、NIST08.L 谱库检索,并结合保留指数、参考文献及相关网站(www.vcf-online.nl)等共同进行

定性。按照文献[9]方法计算 Kovats 保留指数(Kovats index, KI),公式如下:

$$KI = 100n + 100 \times \frac{t_R - t_{Rn}}{t_{Rn+1} - t_{Rn}}$$

式中:*n*和*n*+1分别为未知物流出前、后正构烷烃碳原子数;*t<sub>Rn</sub>*和*t<sub>Rn+1</sub>*分别为相应正构烷烃的保留时间(min);*t<sub>R</sub>*为未知物在GC中的保留时间(min)(*t<sub>Rn</sub>*<*t<sub>R</sub>*<*t<sub>Rn+1</sub>*)。

2.3.2 分析结果 按“2.2.1”项下试验条件进样测定,再按“2.3.1”项下方法分析,以面积归一化法确定各成分的相对含量。根据所得的质谱信息并结合有关文献从基峰、相对丰度和KI等几个方面进行直观比较,从而确定了其中的部分化学成分。结果表明,43种野生冬凌草地上部分中的挥发性成分的种类和含量不同,且差异明显,种类在0~11种之间,相对含量在0~84.03%之间;从化合物分析看,石竹烯、石竹烯氧化物、二氢猕猴桃内酯、植酮和百秋李醇在多种不同品系的冬凌草地上部分中的挥发性成分中均存在;由化合物结构类型分析看,43种野生冬凌草地上部分挥发性成分结构类型主要由萜烯类、酮类、醇类和酯类组成,此外在个别品系的冬凌草中还含有少量的脂肪酸类,如棕榈酸、油酸和亚油酸。这些即可反映不同品系野生冬凌草内在质量有一定的差异,详见表1~表4(参考值由参考文献或www.vcf-online.nl检索而得)。

## 3 讨论

表1 冬凌草A1~A12挥发性成分及相对含量

Tab 1 Volatile components and relative contents in A1-A12 *R. rubescens*

出峰时间, min	化合物	相对含量, %												KI计算值/参考值	定性方法
		A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7	A8	A9	A10	A11	A12		
6.665	1 <i>R</i> - $\alpha$ -蒎烯	-	-	3.21	-	3.47	-	-	-	-	-	-	-	929/927 <sup>[10]</sup>	MS, KI
8.209	3-蒎烯	-	-	-	-	-	-	-	1.79	-	-	-	-	1 003/1 004	MS, KI
8.633	柠檬烯	-	-	-	-	6.6	-	-	0.92	-	-	-	-	1 024/1 023	MS, KI
8.674	$\beta$ -水芹烯	-	-	-	-	5.33	-	-	-	-	-	-	-	1 026/1 030 <sup>[21]</sup>	MS, KI
18.394	石竹烯	6.38	-	25.91	-	20.52	42.57	10.4	8.13	-	23.65	6.08	-	1 412/1 422 <sup>[21]</sup>	MS, KI
19.445	$\alpha$ -石竹烯	-	-	-	-	-	5.59	1.71	1.33	-	4.22	4.22	-	1 448/1 448 <sup>[10]</sup>	MS, KI
20.045	$\beta$ -紫罗兰酮	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1.4	0.81	1 468/1 479 <sup>[3]</sup>	MS, KI
20.179	$\beta$ -毕澄茄烯	-	-	-	-	-	7.86	3.25	-	-	-	-	-	1 473/1 483 <sup>[23]</sup>	MS, KI
21.487	二氢猕猴桃内酯	3.87	6.25	6.60	2.72	9.75	4.01	3.74	2.91	-	3.17	4.43	6.33	1 515/1 530 <sup>[3]</sup>	MS, KI
23.096	石竹烯氧化物	-	-	30.58	-	17.34	10.47	8.30	21.9	-	24.37	10.35	7.87	1 572/1 572 <sup>[10]</sup>	MS, KI
25.597	百秋李醇	5.5	27.88	-	26.78	5.50	-	5.88	3.78	-	7.48	-	10.20	1 660/1 658	MS, KI
30.099	植酮	9.03	22.54	-	37.66	9.03	13.53	15.3	15.20	-	12.37	11.06	9.71	1 827/1 841 <sup>[3]</sup>	MS, KI
33.174	棕榈酸	-	-	-	-	-	-	5.89	16.7	-	-	9.18	-	1 949/1 949 <sup>[11]</sup>	MS, KI
	总计	24.78	56.67	66.30	67.16	77.54	84.03	54.50	72.67	0	75.26	46.72	34.90		
	检索化合物	32	13	11	14	16	13	26	21	12	15	34	25		
	鉴定化合物	4	3	4	3	8	6	8	9	0	6	8	5		

注:“-”为未检测出

Note:“-” means no detected

文献报道,袁珂等<sup>[5]</sup>从产于济源地区太行山区的冬凌草的挥发性成分中鉴定出42个成分,已鉴定的成分占色谱总馏出峰面积的93.98%,主要成分为棕榈酸(11.33%)、1,2,3,4,5,6,7,8-八氢化- $\alpha$ , $\alpha$ ,3,8-四甲基-奥甲醇(9.60%)、1-(3-甲氧基苯基)-乙酮(6.85%)、(Z)-7-十六碳烯(6.53%)、(E)-3-十四碳烯(6.28%)、3,7,11,15-四甲基-*R,R*-(*E*)-2-十六碳烯-1-醇

(4.43%)、5-己基-2,3-二氢化-1*H*-茛(4.08%)等;唐倩茵等<sup>[6]</sup>采用与文献[7]相同的方法对产于河南鹤壁地区的冬凌草中的挥发性成分进行分析,从中共鉴定出49个成分,主要成分为棕榈酸甲酯(13.768%)、棕榈酸乙酯(9.042%)、亚油酸乙酯(6.453%)、异戊酸香叶酯(4.845%)等。可见,不同产地的冬凌草挥发性成分的种类和含量均有较大的差异。本课题组采用

表2 冬凌草 A13~A24 挥发性成分及相对含量

Tab 2 Volatile components and relative contents in A13-A24 *R. rubescens*

出峰时间, min	化合物	相对含量, %												KI 计算值/参考值	定性方法
		A13	A14	A15	A16	A17	A18	A19	A20	A21	A22	A23	A24		
4.072	己醛	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.40	-	794/801 <sup>[13]</sup>	MS/KI
5.031	(E)-2-己烯醛	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.94	-	846/823	MS/KI
5.093	2-呋喃甲醇	-	-	6.16	-	-	-	-	-	-	-	-	-	849/-	MS
6.665	1R- $\alpha$ -蒎烯	-	3.47	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	929/927 <sup>[10]</sup>	MS/KI
8.633	柠檬烯	-	-	-	-	-	-	0.58	-	-	-	-	-	1 024/1 024	MS/KI
10.858	5,6-二氢-5-羟基麦芽酚	-	-	10.52	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1 131/-	MS
18.394	石竹烯	25.47	-	1.32	1.61	-	-	2.11	-	-	15.11	-	2.42	1 413/1 422 <sup>[12]</sup>	MS/KI
19.445	$\alpha$ -石竹烯	3.4	-	-	-	-	-	1.33	-	-	2.03	-	-	1 448/1 448 <sup>[10]</sup>	MS/KI
20.179	$\beta$ -蒎烯	4.24	3.51	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.71	1 472/1 483 <sup>[12]</sup>	MS/KI
21.487	二氢猕猴桃内酯	4.53	6.05	1.77	1.52	18.15	-	1.61	10.00	8.70	3.41	1.51	0.77	1 517/1 530 <sup>[13]</sup>	MS/KI
23.096	石竹烯氧化物	11.4	19.08	2.20	-	24.53	-	7.66	-	-	31.32	5.90	2.49	1 572/1 572 <sup>[10]</sup>	MS/KI
25.597	百秋李醇	9.89	4.99	1.43	-	-	-	2.14	-	-	9.34	2.00	2.21	1 660/1 658	MS/KI
27.981	十四酸	-	-	-	5.27	-	-	-	-	-	-	-	-	1 747/-	MS/KI
30.099	植酮	23.81	22.73	2.20	7.39	16.68	17.99	3.85	21.40	23.00	7.59	2.19	-	1 827/1 841 <sup>[13]</sup>	MS/KI
30.607	十五酸	-	-	-	1.84	-	-	-	-	-	-	-	-	1 847/-	MS
32.224	棕榈酸甲酯	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1.01	1 911/1 925 <sup>[13]</sup>	MS/KI
33.174	棕榈酸	-	-	17.99	32.92	-	-	16.40	-	-	-	20.09	9.15	1 949/1 949 <sup>[11]</sup>	MS/KI
37.026	亚油酸	-	-	5.61	-	-	-	-	-	-	-	4.22	-	2 111/2 117 <sup>[11]</sup>	MS/KI
37.043	油酸	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4.22	-	2 112/2 137	MS/KI
37.176	(E)-9-十八碳烯酸	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	26.28	-	2117/-	MS
	总计	82.74	59.83	49.20	50.55	59.36	17.99	35.70	31.40	31.70	68.80	63.53	18.80		
	检索化合物	18	27	34	42	10	9	33	14	10	15	49	42		
	鉴定化合物	7	6	9	6	3	1	8	2	2	6	9	7		

注:“-”为未检测到/未检索出

Note:“-” means no detected/no searched

表3 冬凌草 A25~A34 挥发性成分及相对含量

Tab 3 Volatile components and relative contents in A25-A34 *R. rubescens*

出峰时间, min	化合物	相对含量, %											KI 计算值/参考值	定性方法	
		A25	A26	A27	A28	A29	A30	A31	A32	A33	A34				
6.665	1R- $\alpha$ -蒎烯	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.97	-	929/927 <sup>[10]</sup>	MS/KI	
8.209	3-蒎烯	-	-	-	0.99	-	-	-	-	-	-	-	1 003/1 004	MS/KI	
8.633	柠檬烯	-	-	-	1.54	-	-	-	-	-	-	-	1 024/1 023	MS/KI	
8.674	$\beta$ -水芹烯	-	-	-	-	-	-	-	-	1.56	1.57	-	1 026/1 030 <sup>[11]</sup>	MS/KI	
9.849	L-小茴香酮	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2.61	1 084/-	MS	
16.927	(+)-环蒜头烯	-	-	-	-	1.82	-	-	-	-	-	-	1 363/1 373	MS/KI	
17.086	$\beta$ -波旁烯	-	-	-	-	1.61	-	-	-	-	-	-	1 368/1 386 <sup>[12]</sup>	MS/KI	
17.366	$\alpha$ -蒎烯	-	-	-	-	1.09	-	-	-	-	-	-	1 378/1 377 <sup>[12]</sup>	MS/KI	
18.394	石竹烯	3.15	3.94	12.53	10.86	23.96	38.73	17.7	34.9	48.20	7.33	-	1 413/1 422 <sup>[12]</sup>	MS/KI	
18.719	水菖蒲烯	-	-	1.41	-	-	-	-	3.77	5.33	3.55	-	1 424/1 429	MS/KI	
19.445	$\alpha$ -石竹烯	-	-	1.82	2.11	3.22	5.28	2.11	2.11	2.77	0.78	-	1 448/1 448 <sup>[10]</sup>	MS/KI	
20.179	$\beta$ -蒎烯	-	-	-	-	10.53	2.29	4.17	7.11	10.90	3.17	-	1 473/1 483 <sup>[11]</sup>	MS/KI	
20.42	雅槛兰烯	-	-	-	-	3.81	-	-	-	-	-	-	1 481/1 486	MS/KI	
20.47	绿花烯	-	-	-	-	-	-	-	1.11	-	-	-	1 482/1 494	MS/KI	
21.487	二氢猕猴桃内酯	2.44	1.33	2.67	3.86	2.10	3.04	3.45	2.70	2.46	-	-	1 517/1 530 <sup>[11]</sup>	MS/KI	
23.096	石竹烯氧化物	16.83	4.24	6.65	28.25	26.38	22.01	13.20	-	-	45.55	-	1 572/1 572 <sup>[10]</sup>	MS/KI	
25.597	百秋李醇	5.8	2.85	6.59	6.73	-	-	5.26	4.58	-	-	-	1 660/1 658	MS/KI	
30.099	植酮	15.05	3.72	5.65	6.47	-	10.02	9.38	7.29	-	-	-	1 827/1 841 <sup>[13]</sup>	MS/KI	
33.174	棕榈酸	15.28	15.28	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1 949/1 949 <sup>[11]</sup>	MS/KI	
	总计	58.55	31.36	37.32	60.81	74.52	81.37	55.3	65.1	72.2	62.99				
	检索化合物	31	30	26	37	24	17	29	28	18	20				
	鉴定化合物	6	6	7	8	9	6	7	9	7	6				

注:“-”为未检测到/未检索出

Note:“-” means no detected/no searched

HS-SPME-GC-MS 法快速检测济源地区野生冬凌草中的挥发性成分,与上述文献报道的不同地区冬凌草挥发性成分的种类

和含量具有明显差异,而且通过上述结果分析可以看出,不同品质冬凌草中挥发性成分种类和含量也有明显差异。

表4 冬凌草 A35~A43 挥发性成分及相对含量

Tab 4 Volatile components and relative contents in A35-A43 *R.rubescens*

出峰时间	化合物	相对含量, %										K1 计算值/参考值	定性方法
		A35	A36	A37	A38	A39	A40	A41	A42	A43			
6.665	1R- $\alpha$ -蒎烯	-	-	0.75	1.21	-	1.89	7.61	1.38	0.71	929/927 <sup>[10]</sup>	MS/KI	
8.157	$\alpha$ -水芹烯	-	-	1.04	0.91	-	-	1.79	-	1.30	1 001/1 002 <sup>[10]</sup>	MS/KI	
8.633	柠檬烯	-	-	-	-	-	0.95	1.75	-	-	1 024/1 023	MS/KI	
8.674	$\beta$ -水芹烯	-	-	2.97	3.59	5.18	2.49	4.56	2.99	3.70	1 026/1 030 <sup>[11]</sup>	MS/KI	
9.766	萜品油烯	-	-	-	-	-	-	0.67	-	-	1 080/1 079	MS/KI	
18.394	石竹烯	42.79	11.51	31.55	38.43	27.30	33.90	34.10	29.20	45.10	1 413/1 422 <sup>[12]</sup>	MS/KI	
18.719	水菖蒲烯	3.73	-	5.6	-	-	-	-	-	-	1 424/-	MS	
19.445	$\alpha$ -石竹烯	5.99	1.61	4.32	5.61	3.57	4.58	4.84	3.93	6.55	1 448/1 448 <sup>[10]</sup>	MS/KI	
20.179	$\beta$ -毕澄茄烯	6.08	2.53	6.70	6.59	-	5.76	1.76	0.85	8.25	1 473/1 483 <sup>[12]</sup>	MS/KI	
20.595	$\gamma$ -榄香烯	-	-	3.53	-	-	-	-	-	7.17	1 487/-	MS	
21.228	(+)- $\delta$ -杜松烯	-	-	1.19	-	-	-	-	-	-	1 508/-	MS	
21.487	二氢猕猴桃内酯	1.64	1.42	1.01	2.85	2.76	3.48	1.44	-	-	1 517/1 530 <sup>[13]</sup>	MS/KI	
23.096	石竹烯氧化物	6.5	15.59	7.62	19.68	-	14.60	9.30	10.10	-	1 572/1 572 <sup>[10]</sup>	MS/KI	
25.597	百秋李醇	-	3.35	5.1	-	-	7.51	-	-	2.32	1 660/1 658	MS/KI	
30.099	植酮	4.00	9.59	2.77	1.85	9.31	4.67	2.87	12.00	2.87	1 827/1 841 <sup>[13]</sup>	MS/KI	
33.174	棕榈酸	-	14.49	-	-	7.67	-	-	-	-	1 949/1 949 <sup>[11]</sup>	MS/KI	
36.809	植醇	-	-	2	-	-	-	-	-	-	2 101/2 096 <sup>[11]</sup>	MS/KI	
	总计	70.73	60.09	76.15	80.72	55.79	79.83	70.70	60.40	79.30			
	检索化合物	31	37	46	20	19	15	40	24	32			
	鉴定化合物	7	8	14	9	6	10	11	7	10			

注：“-”为未检测出/未检索出

Note:“-” means no detected/no searched

挥发性成分具有一定的生物活性,如石竹烯具有平喘、镇咳、祛痰作用,且可用于治疗抑郁症和焦虑症;石竹烯氧化物一般在食品、药品和化妆品中作防腐剂,目前已经证实它具有抗癌、解痉、抗疟、抗菌、抗炎和止痛等作用,甚至有人利用其抗真菌活性试图将其用于治疗灰指甲<sup>[14]</sup>;百秋李醇又称广藿香醇,有较淡的广藿香香气,具有抗炎、抗病毒、抑菌、抗雏虫、抗氧化、拮抗钙离子异常升高等作用<sup>[15]</sup>。

### 参考文献

- [1] 中国科学院.中国植物志[M].北京:科学出版社,2005:457.
- [2] 郭萍,李玉山,郭远强.冬凌草化学成分和药理活性研究进展[J].药物评价研究,2010,33(2):144.
- [3] 刘家云,魏敏,顾琴龙.冬凌草甲素抗肿瘤的研究进展[J].中国新药与临床杂志,2010,29(2):81.
- [4] 白玉华,王晶,孙颖,等.冬凌草挥发油化学成分的GC-MS分析[J].药学与临床研究,2009,17(5):370.
- [5] 袁珂,王莉莉,吕洁丽.冬凌草挥发油化学成分的GC-MS分析[J].中草药,2006,37(9):1 317.
- [6] 唐倩因,朱梦媛,郁霄,等.GC-MS法分析鹤壁冬凌草挥发油的化学成分[J].江苏农业科学,2009(4):310.
- [7] 李高申,张伟,彭涛,等.冬凌草抗菌活性成分研究[J].世界科学技术:中医药现代化,2014,16(3):610.
- [8] 李高申,张伟,彭涛,等.河南产冬凌草的质量评价[J].中国实验方剂学杂志,2013,19(16):94.

- [9] 张伟,卢引,李昌勤.辽宁新民金钩南瓜肉和瓢挥发性成分的HS-SPME-GC-MS分析[J].中国药房,2012,23(39):3 706.
- [10] 张橡楠,张一冰,张勇,等.HS-SPME-GC-MS分析藿香蓟花中的挥发性成分[J].中国实验方剂学杂志,2014,20(9):99.
- [11] 李光勇,崔丽丽,曹鹏然,等.海南产高良姜叶和花挥发性成分分析[J].河南大学学报:医学版,2015,34(2):94.
- [12] 李昌勤,卢引,李新铮,等.HS-SPME-GC-MS分析甜面大南瓜花挥发性成分[J].食品工业科技,2012,33(16):151.
- [13] 张伟,卢引,李昌勤,等.HS-SPME-GC-MS分析金钩南瓜雄花挥发性成分[J].中国实验方剂学杂志,2012,18(15):127.
- [14] Chavan MJ, Wakte PS, Shinde DB. Analgesic and anti-inflammatory activity of Caryophyllene oxide from *Annona aquamosa* L. bark[J]. *Phytomedicine*, 2010(17):149.
- [15] Xian YX, Li YC, Siupo IP, et al. Anti-inflammatory effect of patchouli alcohol isolated from *Pogostemonis Herba* in LPS-stimulated RAW2647 macrophages[J]. *Exp Ther Med*, 2011, 2(3):545.

(收稿日期:2015-08-13 修回日期:2015-12-08)

(编辑:张 静)