

HS-SPME-GC-MS 测定洋甘菊不同部位挥发性成分

赵一帆, 张东*, 杨立新, 王坤, 马悦, 杨岚*
(中国中医科学院 中药研究所, 北京 100700)

[摘要] 目的:分析比较洋甘菊不同部位挥发性成分。方法:采用顶空固相微萃取法(HS-SPME),通过单因素考察依次筛选固相微萃取纤维头、样品量、萃取温度、萃取时间、解吸附时间,得到最佳萃取条件。以该条件萃取洋甘菊不同部位挥发性成分,结合气相色谱-质谱联用法(GC-MS)测定其化学成分,并采用面积归一化法确定各成分的相对含量。结果:以7种主要挥发性成分为指标考察得到了最佳萃取条件,即固相微萃取纤维头为PDMS/DVB型,样品量0.5g,萃取温度80℃,萃取时间10min,解吸附时间1min。从洋甘菊中鉴定出挥发性成分66个,全草、花、根、茎、叶中分别鉴定出挥发性成分40,31,27,29,35个,分别占挥发性成分总峰面积的84.58%,90.27%,82.41%,87.36%,82.10%。结论:洋甘菊不同部位挥发性成分含量(以总峰面积计)由高到低依次为叶>全草>花>茎>根;不同部位含共有成分14个,花与全草含共有成分25种,分别占花与全草中已鉴定成分总含量的98%和88%。实验结果为洋甘菊以全草入药提供了化学物质依据。

[关键词] 洋甘菊不同部位;挥发性成分;顶空固相微萃取结合气相色谱-质谱联用;PA;PDMS;PDMS/DVB化合物

[中图分类号] R284.1;R29;R79 **[文献标识码]** A **[文章编号]** 1005-9903(2018)02-0069-05

[doi] 10.13422/j.cnki.syfjx.2018020069

[网络出版地址] <http://kns.cnki.net/kcms/detail/11.3495.R.20171011.1441.066.html>

[网络出版时间] 2017-10-11 14:41

Analysis of Volatile Components in Different Parts of *Matricaria chamomilla* by HS-SPME-GC-MS

ZHAO Yi-fan, ZHANG Dong*, YANG Li-xin, WANG Kun, MA Yue, YANG Lan*

(Institute of Chinese Materia Medica, China Academy of Chinese Medical Sciences, Beijing 100700, China)

[Abstract] **Objective:** To analyze and compare the volatile components in different parts of *Matricaria chamomilla*. **Method:** The optimum extraction conditions were selected by single factor experiment (the solid phase microextraction fiber head, the sample amount, the extraction temperature, the extraction time and the desorption time) with headspace solid phase microextraction (HS-SPME) method. The chemical compositions in the volatile components extracted with this method from different parts of chamomile were determined by gas chromatography-mass spectrometry (GC-MS), and their relative mass fraction of each component was determined by area normalization method. **Result:** The optimum extraction conditions were investigated with 7 major volatile components as indicators. The solid phase microextraction fiber head was PDMS/DVB type; the sample amount was 0.5 g; the extraction temperature was 80 °C; the extraction time was 10 min; and the desorption time was 1 min. Furthermore, 66 volatile components in *M. chamomilla* were identified, and 40, 31, 27, 29 and 35 volatile components respectively from the whole herb, flowers, roots, stems and leaves of *M. chamomilla*, accounting for 84.58%, 90.27%, 82.41%, 87.36% and 82.10% of the total peak areas. **Conclusion:** The content of volatile components (calculated by the total peak areas) in different parts of *M. chamomilla* ranged from high to low;

[收稿日期] 20170717(008)

[第一作者] 赵一帆,在读硕士,从事中药有效成分和质量标准研究,Tel:13552868089,E-mail:zyfan_666@163.com

[通信作者] *杨岚,硕士,研究员,从事中药有效成分和质量标准研究,Tel:010-64014347,E-mail:ylan_66@163.com;

*张东,助理研究员,从事中药有效成分和质量标准研究,Tel:13810123884,E-mail:13810123884@163.com

leaves > whole herb > flowers > stems > roots. There were 14 common components in all these parts and 25 common components between flowers and whole herb, accounting for 98% and 88% of the identified components in flowers and whole herb respectively. Therefore, the experimental results provide the chemical basis for using the whole herb of *M. chamomilla* as Uygur medicine.

[Key words] different parts of *Matricaria chamomilla*; volatile components; HS-SPME-GC-MS; PA; PDMS; PDMS/DVB

洋甘菊为维吾尔族药巴不乃,别名巴不乃吉^[1]。据《中华本草·维吾尔药卷》记载:洋甘菊,二级干热,味苦;具有生干生热,软坚消肿,温胃开胃,促进消化,散气消炎,健脑强筋,祛风止痛,利尿通经等功能;主治湿寒性或黏液质性疾,如湿寒性各种硬块炎肿、关节肿痛、胃虚纳差、消化不良、腕胀腹胀、筋肌松弛、经闭、尿闭等^[2]。现代研究发现洋甘菊含有丰富的酚酸类、黄酮类成分,具有抗氧化作用^[3];洋甘菊提取物对金黄色葡萄球菌^[4]、链球菌^[5]和白念珠菌^[6]等有抑制作用;洋甘菊醇、水提取物具有镇静解痉^[7]、降血糖^[8]、抗癌^[9]等活性。挥发油(精油)是洋甘菊的重要活性成分,具有良好的抗急性和慢性炎症作用,还具有较强抑制细菌的作用^[10],对单纯疱疹病毒Ⅱ型也有抑制作用^[11]。

迄今对洋甘菊挥发性成分的研究,大多采用水蒸气蒸馏法提取精油,结合 GC-MS 进行分析。李斌等^[12]采用 GC-MS 技术,分析洋甘菊花精油成分,主要含有母菊萹,母菊素,反式- β -法尼烯, α -甜没药萜醇及其氧化物,双环吉马烯,香芹酮等。韩松林^[13]采用 GC 测定,以红没药醇为对照品,测定洋甘菊花精油含红没药醇衍生物(红没药醇氧化物,红没药醇氧化物 A,红没药醇氧化物 B,红没药醇)质量分数约 0.01% ~ 0.04%。Aneta 等^[14]通过 GC-MS 分析洋甘菊花和茎叶的精油,发现 α -红没药醇氧化物 A 和 B, α -含氧红没药氧化物 A,母菊萹在花精油中含量较高,而斯巴醇,(*E*)- β -法尼烯和茼蒿素在茎叶精油中含量较高。徐杨斌等^[15]采用 GC-TOF-MS 联用技术测定法国、德国和英国 3 个产地洋甘菊花精油,分别鉴定出 65,70,53 个成分,各成分相对含量具有差异。Rubiolo 等^[16]采用水蒸气蒸馏法联用快速气相色谱法(SD-GC)和顶空固相微萃取法联用快速气相色谱法(HS-SPME-GC)对洋甘菊花中 7 种主要挥发性成分(反式- β -法尼烯, α -红没药醇及其氧化物 A 和 B, α -红没药烯氧化物 A,母菊萹,螺醚)进行分析,得出 HS-SPME-GC 可以补充或替代 SD-GC 分析洋甘菊花中挥发性成分。目前洋甘菊在国外应用非常广泛,《美国药典》,《欧洲药典》,《英国药

典》均收录了洋甘菊干燥花和精油。而维吾尔族药洋甘菊则以全草入药,为进一步探究维吾尔族药洋甘菊化学物质基础,合理利用资源,本文采用 HS-SPME-GC-MS 对洋甘菊不同部位挥发性成分进行比较分析。

1 材料

洋甘菊(产自新疆塔城县)经北京中医药大学刘春生教授鉴定为菊科植物德国洋甘菊 *Matricaria chamomilla* 的干燥全草,标本存放于中国中医科学院中药研究所。

QP 2010 Ultra 型气相色谱-质谱联用仪(日本岛津公司),HS-2 型顶空进样器(北京中惠普有限责任公司),手动固相萃取(SPME)装置,固相微萃取纤维头(PDMS/DVB, 65 μm ; PA, 85 μm ; PDMS, 100 μm ;Supleco 公司)。

2 方法

2.1 样品处理 称取样品粉末 0.5 g(过 5 号筛),置于 20 mL 安捷伦顶空进样瓶中,加盖密封,将经过老化处理的固相微萃取纤维头插入顶空瓶中,于 80 $^{\circ}\text{C}$ 下顶空萃取 10 min,取出,立即插入色谱仪进样口(250 $^{\circ}\text{C}$)解吸附 1 min,进行 GC-MS 分析。

2.2 分析条件 色谱条件:Rtx-5MS 石英弹性毛细管柱(0.25 mm \times 30 m, 0.25 μm),载气 He(99.999%),流速 1.0 mL \cdot min⁻¹,分流比 20,手动进样,进样口温度 250 $^{\circ}\text{C}$,程序升温(起始温度 50 $^{\circ}\text{C}$,保持 5 min,以 5 $^{\circ}\text{C}\cdot$ min⁻¹的速率升温至 100 $^{\circ}\text{C}$,保持 8 min,以 10 $^{\circ}\text{C}\cdot$ min⁻¹的速度升温至 160 $^{\circ}\text{C}$,保持 5 min,继续以 10 $^{\circ}\text{C}\cdot$ min⁻¹的速度升温至 250 $^{\circ}\text{C}$,保持 5 min)。

质谱条件:电子轰击离子源(EI),能量 70 eV,离子源温度 220 $^{\circ}\text{C}$,接口温度 220 $^{\circ}\text{C}$,溶剂延迟时间 3.0 min,检测器增益方式相对,检测器增益 0.98 kV,质量扫描范围 m/z 35 ~ 500,全程扫描,时间间隔 0.3 s,扫描速度 1 666 aum \cdot s⁻¹。

以峰面积归一化法计算各成分相对峰面积,经 NIST08 和 NIST08s 谱库检索鉴定各成分结构。

3 结果与讨论

3.1 实验结果

3.1.1 不同固相微萃取纤维头的选择 3 种不同固相微萃取纤维头共鉴定洋甘菊花中挥发性成分 66 个,见表 1。PDMS/DVB 纤维头鉴定挥发性成分 37

个,占总峰面积的 89.11%;PA 纤维头鉴定 29 个成分,占总峰面积的 86.05%;PDMS 纤维头鉴定 35 个成分,占总峰面积的 91.88%。PDMS/DVB 纤维头所鉴定成分数最多,且吸附挥发性成分总峰面积最大,最适合用于洋甘菊花中挥发性成分分析。

表 1 HS-SPME-GC-MS 测定洋甘菊不同部位挥发性成分

Table 1 Determination volatile oil of different parts of *Matricaria chamomilla* by HS-SPME-GC-MS

No.	化合物	3 种不同纤维头			洋甘菊不同部位				
		PDMS/DVB	PA	PDMS	叶	全草	花	茎	根
1	butanoic acid, anhydride 丁酸酐	-	0.52	-	-	-	-	-	-
2	propanoic acid, 2-methyl-, 2-methylpropyl ester 异丁酸异丁酯	-	-	-	0.62	1.15	-	-	-
3	α -pinene α -蒎烯	0.30	-	0.86	1.34	1.61	0.35	-	-
4	2-propenoic acid, 2-methyl-, 2-methylpropyl ester 甲基丙烯酸异丁酯	-	-	-	0.40	0.43	-	-	-
5	camphene 茨烯	-	-	-	0.51	0.34	-	-	-
6	2-butenic acid, 2-methyl-, (Z) 反式-2,3-二甲基丙烯酸	-	0.73	-	-	-	0.25	-	-
7	2-propenoic acid, 2-methyl-, oxiranylmethyl ester 甲基丙烯酸缩水甘油酯	-	-	-	-	-	0.22	-	-
8	butanoic acid, 2-methyl-, 2-methylpropyl ester 2-甲基丁酸-2-二甲基丙酯	-	-	-	0.90	1.52	-	-	-
9	propanoic acid, 2-methyl-, 3-methylbutyl ester 2-甲基丙酸-3-甲基丁酯	-	-	-	0.31	0.41	-	-	-
10	propanoic acid, 2-methyl-, 2-methylbutyl ester 2-甲基丁基异丁酸酯	-	-	-	1.73	2.63	0.33	-	-
11	isobutyric acid, 2-methylbutyl ester 异丁酸 2-甲基丁酯	0.24	-	0.59	-	-	-	-	-
12	cyclopropanecarboxylic acid, 3-methylbutyl ester 环丙羧酸, 3-甲基丁基酯	0.37	-	-	1.04	1.06	0.33	-	-
13	ethyl 2-methylcyclopropanecarboxylate 2-甲基环丙烷羧酸酯	1.38	0.73	1.56	6.88	6.36	1.94	1.33	0.89
14	vinyl butyrate 正丁酸乙烯酯	0.40	-	-	-	-	0.55	-	-
15	butanoic acid, 3-methylbut-2-enyl ester 1-丁酸, 3-甲基丁-2-烯基酯	0.46	-	0.54	-	0.80	-	0.35	-
16	cyclobutanecarboxylic acid, cyclobutyl ester 环丁羧酸环丁酯	2.01	1.24	1.62	4.97	3.55	3.35	3.71	0.98
17	cyclopentane, nitro-硝基环戊烷	0.23	-	-	-	0.27	0.46	0.66	-
18	butanoic acid, 2-methyl-, 3-methylbutyl ester 2-甲基丁酸-3-甲基丁酯	-	-	-	0.29	-	-	-	0.25
19	2-furanmethanol, tetrahydro-, acetate 四氢糠醇乙酸酯	3.06	3.14	1.74	-	0.79	3.48	0.64	-
20	butanoic acid, 2-methyl-, 2-methylbutyl ester 2-甲基丁酸-2-甲基丁酯	-	-	0.58	1.56	1.54	-	-	0.22
21	1,6-octadien-3-ol, 3,7-dimethyl- 芳樟醇	-	0.43	-	-	-	-	-	-
22	nonanal 壬醛	-	-	-	-	-	-	0.41	1.48
23	hexanoic acid, 2-methylpropyl ester 己酸丁酯	-	0.89	0.49	0.37	0.42	0.18	-	-
24	propanoic acid, 2-methyl-, hexyl ester 异丁酸己酯	0.35	-	0.63	1.17	0.66	0.49	0.34	0.30
25	3-cyclopentene-1-acetaldehyde, 2,2,3-trimethyl- 龙脑烯醛	0.80	0.40	0.86	-	0.29	1.06	-	-
26	2-propenoic acid, 2-methyl-, (tetrahydro-2-furanyl) methyl ester 甲基丙烯酸四氢糠基酯	6.61	7.98	1.74	0.92	1.78	6.40	2.17	0.54
27	bicyclo[3.1.1]heptan-3-ol, 6,6-dimethyl-2-methylene-, [1S-(1 α , 3 α , 5 α)]-(-)- 反式-松香芹醇	11.68	14.08	12.54	7.48	7.59	13.90	6.83	4.76
28	cyclopropanecarboxylic acid, 4-methylpentyl ester 环丙羧酸 4-甲代戊基酯	1.18	-	1.42	2.16	1.17	1.45	1.20	0.94
29	ethyl 1-methylcyclopropanecarboxylate 1-甲基环丙烷-1-甲酸乙酯	3.55	1.40	3.99	6.48	6.00	4.49	4.45	3.18
30	camphene hydrate 水合茨烯	0.72	0.77	1.50	-	-	-	-	-
31	2(10)-pinen-3-one 2(10)-蒎烯-3-酮	10.74	9.96	13.86	10.87	10.95	13.03	7.41	4.95
32	bicyclo[2.2.1]heptan-2-ol, 1,7,7-trimethyl-, (1S-endo)- 冰片	0.61	0.67	0.97	0.49	0.55	0.69	-	-

续表 1 %

No.	化合物	3 种不同纤维头			洋甘菊不同部位				
		PDMS/DVB	PA	PDMS	叶	全草	花	茎	根
33	isobutyl 3-hydroxy-2-methylenebutanoate 异丁基 3-羟基-2-亚甲基丁酸酯	0.41	0.70	-	-	-	0.40	-	-
34	3-methyl-2-butenic acid, 3-methylbut-2-enyl ester 3-甲基-2-丁烯酸, 3-甲基丁-2-烯基酯	2.38	1.20	1.77	1.13	2.10	2.72	4.54	1.38
35	bicyclo[3.1.1]hept-2-ene-2-carboxaldehyde, 6,6-dimethyl- 桃金娘烯醛	3.32	3.05	3.26	1.91	2.06	3.36	1.66	1.15
36	bicyclo[3.1.1]hept-2-ene-2-methanol, 6,6-dimethyl-6,6-二甲基二环[3.1.1]庚-2-烯-2-甲醇	1.19	1.46	1.13	0.40	0.53	1.56	0.61	-
37	decenal 癸醛	-	-	-	-	-	-	-	0.79
38	bicyclo[3.1.1]hept-3-en-2-one, 4,6,6-trimethyl-(1S)-马鞭草烯醇	-	-	-	0.40	-	-	-	-
39	isopentyl hexanoate 己酸异戊酯	-	-	-	0.35	-	-	-	-
40	2-hydroxy-2-methyl-but-3-enyl 2-methyl-2(Z)-butenoate 2-羟基-2-甲基-丁-3-烯基 2-甲基-2(Z)-丁烯酸酯	17.90	20.59	12.31	6.73	7.92	13.42	11.25	6.52
41	3-methyl-2-butenic acid, pentadecyl ester 3-甲基-2-丁烯酸-十五烷基酯	10.35	5.81	12.13	17.01	10.39	9.80	17.82	13.81
42	(1R,2R,3S,5R)-(-)-2,3-pinenediol (1R,2R,3S,5R)-(-)-2,3-蒎烷二醇	0.72	0.41	0.63	-	-	-	-	-
43	(-)-trans-pinocarvyl acetate	-	-	0.52	-	-	-	-	-
44	decanoic acid, methyl ester 癸酸甲酯	4.30	2.85	6.05	0.29	1.19	3.24	6.11	1.34
45	4-methyl-5-decanol 4-甲基-5-癸醇	-	4.20	2.15	-	0.27	1.39	-	-
46	hexane, 1-(hexyloxy)-2-methyl 1-(己氧基)-2-甲基-己烷	0.60	0.79	0.70	-	-	0.33	0.37	-
47	decanoic acid, ethyl ester 癸酸乙酯	0.21	-	-	-	-	0.21	-	-
48	tetradecane 正十四烷	-	-	-	-	-	-	-	0.61
49	1,4-methanoazulene, decahydro-4,8,8-trimethyl-9-methylene-[1S-(1 α , 3 α , 4 α , 8 α)]-长叶烯	0.18	-	0.54	0.20	0.34	-	0.59	1.80
50	caryophyllene 石竹烯	0.16	-	-	-	-	-	-	-
51	1,6,10-dodecatriene, 7,11-dimethyl-3-methylene β -金合欢烯	0.44	0.46	0.86	0.28	0.79	0.32	1.83	-
52	germacrene D 吉马烯	0.87	0.48	1.50	0.47	0.82	0.55	2.20	0.86
53	pentadecane 十五烷	-	-	-	-	-	-	0.43	0.49
54	3-buten-2-one, 4-(2-hydroxy-2,6,6-trimethylcyclohexyl) 4-(2-羟基-2,6,6-三甲基环己基)-3-丁烯-2-酮	-	-	-	0.47	1.33	-	-	23.47
55	(-)-spathulenol 斯巴醇	0.24	-	-	-	-	-	-	-
56	α -bisabolol α -没药醇	-	-	-	0.32	0.28	-	0.43	-
57	hexadecane 正十六烷	0.16	-	0.48	-	-	-	0.36	-
58	epiglobulol 环蓝桉醇	0.29	-	0.55	-	-	-	-	-
59	longifolenaldehyde 长叶醛	0.46	0.75	0.85	-	-	-	0.74	-
60	pentadecanoic acid, methyl ester 十五烷酸甲酯	-	-	-	-	-	-	-	0.26
61	2-pentadecanone, 6,10,14-trimethyl 6,10,14-三甲基-2-十五烷酮	-	-	-	1.11	0.71	-	1.40	1.58
62	1-pentadecanamine, N,N-dimethyl N,N-二甲基, 1-十五烷胺	-	-	0.52	-	-	-	-	-
63	hexadecanoic acid, methyl ester 棕榈酸甲酯	0.23	0.36	0.47	0.54	2.08	-	5.59	5.45
64	hexadecanoic acid, ethyl ester 棕榈酸乙酯	-	-	-	-	-	-	-	0.23
65	9,12-octadecadienoic acid (Z,Z)-, methyl ester 亚油酸甲酯	-	-	-	-	1.20	-	1.89	4.19
66	9,12,15-octadecatrienoic acid, methyl ester, (Z,Z,Z)- 亚麻酸甲酯	-	-	-	-	0.70	-	-	-

注：“-”表示未检出。

3.1.2 PDMS/DVB 纤维头萃取条件优化 以 PDMS/DVB 纤维头, 参照方法项, 以 7 个主要挥发

性成分[(四氢糠醇乙酸酯, 甲基丙烯酸四氢糠基酯, (-)-反式-松香芹醇, 1-甲基环丙烷-1-甲酸乙

酯,2(10)-蒎烯-3-酮,2-羟基-2-甲基-丁-3-烯基-2-甲基-2(Z)-丁烯酸酯,癸酸甲酯]的相对百分含量为指标,分别对洋甘菊花的称样量(0.4,0.5,0.6 g),萃取温度(60,80,100 °C),萃取时间(1,3,5,10,20,30 min),解吸附时间(1,2,3 min)进行单因素考察。

考察得到最佳萃取条件为称样量0.5 g,萃取温度80 °C,萃取时间10 min,解吸附时间1 min。

3.1.3 洋甘菊不同部位的测定 称取洋甘菊不同部位粉末0.5 g(过5号筛),置于20 mL安捷伦顶空进样瓶中,加盖密封,将经过老化处理的固相微萃取纤维头插入顶空瓶中,于80 °C下顶空萃取10 min,取出,立即插入色谱仪进样口(250 °C)解吸附1 min,进行GC-MS分析。

PDMS/DVB纤维头在洋甘菊不同部位共鉴定挥发性成分56个,分别鉴定出洋甘菊全草、花、根、茎、叶中挥发性成分40,31,27,29,35个,分别占挥发性成分总峰面积的84.58%,90.27%,82.41%,87.36%,82.10%。

3.2 讨论 洋甘菊不同部位挥发性成分含量由高到低依次为叶>全草>花>茎>根。洋甘菊不同部位主要挥发性成分相同,主要有(-)-反式-松香芹醇,2-羟基-2-甲基-丁-3-烯基-2-甲基-2(Z)-丁烯酸酯,2(10)-蒎烯-3-酮,3-甲基-2-丁烯酸-十五烷基酯,1-甲基环丙烷-1-甲酸乙酯等。根中4-(2-羟基-2,6,6-三甲基环己基)-3-丁烯-2-酮的含量很高,茎与花中未检测到该成分。洋甘菊不同部位间含共有成分14个。叶与全草含共有成分30个,各成分相对含量非常相近。花与全草含共有成分25种,分别占花与全草中已鉴定成分总含量的98%,88%,为以全草入药提供了化学物质依据。

将实验结果与文献[12,14]中精油挥发性成分比较,均含有 α -没药醇, β -金合欢烯, α -蒎烯等成分,未检测到精油含有母菊萹、母菊素、没药醇氧化物等成分,可能与洋甘菊的提取方法、采收时间、产地、气候等因素有关,有待于进一步深入研究。

[参考文献]

[1] 中华人民共和国卫生部. 中华人民共和国卫生部药品标准·维吾尔药分册[M]. 乌鲁木齐:新疆科技卫生出版社,1999:81.
[2] 国家中医药管理局《中华本草》编委会. 中华本草. 维吾尔药卷[M]. 上海:上海科学技术出版社,2005:287-288.
[3] Ranjbar A, Mohsenzadeh F, Chehregani A, et al. Ameliorative effect of *Matricaria chamomilla* L. on

paraquat; induced oxidative damage in lung rats [J]. Pharmacognosy Res,2014,6(3):199-203.
[4] Michel D,Zach G A. Antiseptic efficacy of disinfecting solutions in suspension test *in vitro* against methicillin-resistant *Staphylococcus aureus*,*Pseudomonas aeruginosa* and *Escherichia coli* in pressure sore wounds after spinal cord injury [J]. Dermatology,1997,195(S2):36-41.
[5] Baronets N G, Adlova G P, Mel'nikova V A. Effect of medicinal plant extracts on the growth of microorganisms [J]. Zh Mikrobiol Epidemiol Immunobiol,2001(5):71-72.
[6] Trovato A, Monforte M T, Forestieri A M, et al. *In vitro* anti-mycotic activity of some medicinal plants containing flavonoids [J]. Boll Chim Farm,2000,139(5):225-227.
[7] Avallone R, Zanoli P, Puia G, et al. Pharmacological profile of apigenin, a flavonoid isolated from *Matricaria chamomilla* [J]. Biochem Pharmacol,2000,59(11):1387-1394.
[8] 兰卫,郭玉婷,陈阳,等. 维药洋甘菊对正常小鼠血糖及其糖耐量的影响 [J]. 云南中医学院学报,2016,39(1):10-12.
[9] Srivastava J K, Gupta S. Antiproliferative and apoptotic effects of chamomile extract in various human cancer cells [J]. J Agr Food Chem,2007,55(23):9470-9478.
[10] 杨俊杰. 洋甘菊再生体系的建立及抗炎抑菌、抗氧化作用的研究 [D]. 合肥:安徽农业大学,2009.
[11] Koch C, Reichling J, Schnee J P. Inhibitory effect of essential oils against herpes simplex virus type 2 [J]. Phytomedicine,2008,15(1/2):71-78.
[12] 李斌,周围. MassWorks™与气相色谱-质谱联用分析洋甘菊精油成分 [J]. 质谱学报,2011,32(4):241-245.
[13] 韩松林. 新疆两种洋甘菊质量评价 [D]. 乌鲁木齐:新疆医科大学,2013.
[14] Wesolowska A, Grzeszczuk M, Kulpa D. Propagation method and distillation apparatus type affect essential oil from different parts of *Matricaria recutita* L. plants [J]. J Essential Oil Bearing Plants,2015,18(1):179-194.
[15] 徐杨斌,唐辉,朱劭涌,等. 气相色谱飞行时间质谱法分析不同产地洋甘菊油的挥发性成分 [J]. 食品工业科技,2015,14(36):69-74.
[16] Rubiolo P, Belliardo F, Cordero C, et al. Headspace-solid-phase microextraction fast GC in combination with principal component analysis as a tool to classify different chemotypes of chamomile flower-heads (*Matricaria recutita* L.) [J]. Phytochem Anal,2010,17(4):217-225.

[责任编辑 顾雪竹]