

不同种源野菊及菊花脑花的挥发油成分分析

吕琳, 秦民坚^①, 吴刚, 韩慧慧

(中国药科大学中药资源学研究室, 江苏南京 210038)

摘要: 用 GC-MS 法对来源于不同产地的野菊 (*Dendranthema indicum* L.) 及菊花脑 (*D. nankingense* Hand.-Mazz.) 花的挥发油成分进行分析及鉴定。结果显示, 河北产野菊、江苏产野生和栽培野菊、湖北产野菊及江苏产菊花脑花的挥发油相对含量分别为 0.731%、0.226%、0.199%、0.219% 及 0.171%; 它们的主要成分分别为樟脑 (12.62%) 和龙脑 (8.06%)、2-甲氧基-1,7,7-三甲基-二环[2.2.1]庚烷 (27.82%) 和樟脑 (27.56%)、2,6,6-三甲基-二环[3.1.1]-3-庚烯-4-醇乙酸酯 (40.58%) 和乙酸桃金娘酯 (20.07%)、2,7,7-三甲基-二环[3.1.1]-2-庚烯-6-酮 (25.10%) 和 2-亚乙基-6-甲基-3,5-庚二烯醛 (17.66%)、龙脑 (26.90%) 和乙酸龙脑酯 (18.60%)。主成分分析及聚类分析结果表明, 河北产野菊花的挥发油成分与其他产地野菊花的挥发油成分差异显著, 且菊花脑的挥发油成分与不同产地的野菊间也存在一定的差异。

关键词: 野菊; 菊花脑; 挥发油; GC-MS; 主成分分析

中图分类号: R281.4 **文献标识码:** A **文章编号:** 1004-0978(2007)01-0053-05

Analysis of essential oil constituents in flower of *Dendranthema indicum* and *D. nankingense* from different provenances LÜ Lin, QIN Min-jian^①, WU Gang, HAN Hui-hui (Department of Resources Science of Traditional Chinese Medicinal Materials, China Pharmaceutical University, Nanjing 210038, China), *J. Plant Resour. & Environ.* 2007, 16(1): 53-57

Abstract: Constituents of essential oil from flower of *Dendranthema indicum* L. and *D. nankingense* Hand.-Mazz. from different locations were analyzed and identified by GC-MS. The results showed that relative contents of essential oil in *D. indicum* from Hebei, Jiangsu (wild and cultivated), Hubei and in *D. nankingense* from Jiangsu were 0.731%, 0.226%, 0.199%, 0.219% and 0.171% respectively. Their major compounds were (1*R*,4*R*)-(+)-camphor (12.62%) and borneol (8.06%); 2-methoxy-1,7,7-trimethyl-bicyclo[2.2.1]heptane (27.82%) and (1*R*,4*R*)-(+)-camphor (27.56%); 2,6,6-trimethyl-bicyclo[3.1.1]hept-3-en-4-ol, acetate (40.58%) and (-)-myrtenyl acetate (20.07%); 2,7,7-trimethyl-bicyclo[3.1.1]hept-2-en-6-one (25.10%) and 2-ethylidene-6-methyl-3,5-heptadienal (17.66%); borneol (26.90%) and bornyl acetate (18.60%) respectively. The results of principal component analysis (PCA) and cluster analysis indicated that constituents of essential oil of *D. indicum* from Hebei showed significantly differences to the others locations and essential oil of *D. nankingense* also showed different constituents to *D. indicum* of various regions.

Key words: *Dendranthema indicum* L.; *D. nankingense* Hand.-Mazz.; essential oil; GC-MS; principal component analysis (PCA)

药材野菊花为菊科植物野菊 (*Dendranthema indicum* L.) 的干燥头状花序, 具有清热解毒、降压等作用^[1]。野菊分布很广, 但不同产地野菊花的化学成分及药效差异较大。目前, 有关野菊及其近缘种菊花脑 (*D. nankingense* Hand.-Mazz.) 挥发油成分的研究报道较多, 许多学者利用 GC-MS 技术对不同产地野菊的挥发油成分进行了分析^[2-5], 但分析结果差异较大。为揭示不同种源野菊花挥发油成分之间的关系, 笔者利用 GC-MS 技术对来源于

4个不同产地的野菊和菊花脑花的挥发油成分进行分析鉴定, 并对所得数据进行主成分分析及聚类分析, 以期找出不同种源野菊和菊花脑挥发油组成及含量间的内在联系, 为实际应用提供科学依据。

收稿日期: 2006-09-18

作者简介: 吕琳(1982-), 女, 河北安国人, 硕士研究生, 主要从事药用植物种质资源与质量相关性研究。

^① 通讯作者 E-mail: minjianqin@sina.com

1 材料和方法

1.1 材料

实验样品为河北产商品药材野菊花,湖北产野菊,江苏产野生野菊、菊花脑及栽培野菊。除河北产的野菊花为干燥头状花序外,其余样品均为2005年11月采集的新鲜头状花序,避光阴干后用于实验。

1.2 方法

1.2.1 挥发油的提取 精密称取上述样品各50 g,按照文献[6]附录中的方法提取挥发油。

1.2.2 GC-MS分析 采用Finnigan Voyager气相色谱-质谱联用仪,色谱柱为HP-INNOWAX石英毛细管柱(30 m × 0.25 mm, 0.25 μm)。

色谱条件:起始柱温50℃,保持2 min;以10℃·min⁻¹速度升温至250℃,保持10 min;气化温度250℃;载气为氦气,流量1.0 mL·min⁻¹,分流比2 000:1。

质谱条件:EI源,电子能量70 eV,离子源温度200℃;进样量0.5 μL。

1.3 数据分析

根据NBS及NIST质谱标准数据库进行成分鉴

定,并采用峰面积归一法计算挥发油中各成分的相对百分含量。

使用SPSS 11.5软件对各样品的挥发油成分及含量数据进行主成分分析(principal component analysis)和聚类分析。

2 结果和分析

2.1 挥发油含量和成分的比较

从河北野菊花中分离得到的挥发油为墨绿色,相对含量0.731%;江苏野生野菊花的挥发油呈深蓝色,相对含量0.226%;江苏栽培野菊花的挥发油呈黄色,相对含量0.199%;菊花脑花的挥发油呈浅蓝色,相对含量0.171%;湖北野菊花的挥发油呈黄绿色,相对含量0.219%。

利用NBS及NIST质谱标准数据库从河北野菊花、江苏野生野菊花、菊花脑花、湖北野菊花和江苏栽培野菊花的挥发油中分别鉴定出79、52、32、54和45种成分。鉴定出的化合物总相对含量均达到95%以上。上述各样品挥发油中相对含量达1%以上的成分见表1。

表1 来源于不同产地的野菊和菊花脑花的挥发油成分的比较¹⁾

Table 1 Comparison of constituents in essential oil from flower of *Dendranthema indicum* L. and *D. nankingense* Hand.-Mazz. from different locations¹⁾

编号 No.	成分 Constituent	相对分子 质量 MW	分子式 Molecular formula	相对含量/% Relative content				
				He	Jw	Dn	Hu	Jc
1	3-isopropenyl-5,5-dimethyl-cyclopentene	136	C ₁₀ H ₁₆	-	1.88	-	-	-
2	5-ethylidene-1-methyl-cycloheptene	136	C ₁₀ H ₁₆	-	1.55	-	-	-
3	cineole	154	C ₁₂ H ₁₈ O	0.79	3.72	0.18	0.62	2.57
4	(1 <i>s</i> ,4 <i>s</i> ,5 <i>r</i>)-(+) -3-thujanone	152	C ₁₀ H ₁₆ O	2.17	-	-	-	0.14
5	(<i>s</i>)- <i>cis</i> -verbenol	152	C ₁₀ H ₁₆ O	-	3.51	-	-	-
6	(1 <i>R</i> ,4 <i>R</i>)-(+) -camphor	152	C ₁₀ H ₁₆ O	12.62	27.56	3.39	-	-
7	isocyclocitral	152	C ₁₀ H ₁₆ O	3.02	-	-	-	-
8	borneol	154	C ₁₀ H ₁₈ O	8.06	-	26.90	-	-
9	octen-1-ol, acetate	170	C ₁₀ H ₁₈ O ₂	-	-	-	1.37	-
10	3-thujen-2-one	150	C ₁₀ H ₁₄ O	1.45	-	-	-	-
11	2-methoxy-1,7,7-trimethyl-bicyclo[2.2.1]heptane	168	C ₁₁ H ₂₀ O	-	27.82	-	-	-
12	<i>p</i> -menth-1-en-4-ol	154	C ₁₀ H ₁₈ O	2.06	4.56	4.86	-	0.78
13	(<i>S</i>)-(-)-menth-1-en-8-ol	154	C ₁₂ H ₁₈ O	0.95	-	2.31	-	-
14	(-)- α -terpineol	154	C ₁₀ H ₁₈ O	-	1.80	-	-	-
15	2-pinen-10-ol	152	C ₁₀ H ₁₆ O	1.94	-	-	-	-
16	2,7,7-trimethyl-bicyclo[3.1.1]hept-2-en-6-one	150	C ₁₀ H ₁₄ O	-	-	-	25.10	-
17	2-pinen-4-one	150	C ₁₀ H ₁₄ O	1.03	-	-	1.15	-
18	2,6,6-trimethyl-bicyclo[3.1.1]hept-3-en-4-ol, acetate	194	C ₁₂ H ₁₈ O ₂	3.83	-	-	1.09	40.58
19	bornyl acetate	196	C ₁₂ H ₂₀ O ₂	-	6.05	18.60	0.33	-

续表 1 Table 1 (Continued)

编号 No.	成分 Constituent	相对分子 质量 MW	分子式 Molecular formula	相对含量/% Relative content				
				He	Jw	Dn	Hu	Jc
20	acetic acid, 1,7,7-trimethyl-bicyclo[2.2.1]hept-2-yl, ester	196	C ₁₂ H ₂₀ O ₂	3.48	-	-	-	-
21	thymol	150	C ₁₀ H ₁₄ O	2.12	-	-	-	-
22	(-)-myrtenyl acetate	194	C ₁₂ H ₁₈ O ₂	1.93	-	-	0.46	20.07
23	decanoic acid	172	C ₁₂ H ₂₀ O ₂	2.84	-	-	-	-
24	2-ethylidene-6-methyl-3,5-heptadienal	150	C ₁₀ H ₁₄ O	-	-	-	17.66	-
25	2,4-diisopropenyl-1-vinyl-(1 <i>s</i> ,2 <i>r</i> ,4 <i>r</i>)-(-)-cyclohexane	204	C ₁₅ H ₂₄	-	-	5.24	-	-
26	caryophyllene	204	C ₁₅ H ₂₄	0.90	2.21	3.76	2.77	1.86
27	α -farnesene	204	C ₁₅ H ₂₄	1.06	-	-	1.69	0.79
28	caryophyllene oxide	220	C ₁₅ H ₂₄ O	7.94	0.81	-	1.07	5.91
29	(<i>E,E</i>)-germacra-3,7(11),9-trien-6-one	218	C ₁₅ H ₂₂ O	-	-	-	1.03	-
30	2-methyl-6- <i>p</i> -tolyl-2-heptene	202	C ₁₅ H ₂₂	-	-	-	2.85	1.60
31	6-menthyl-spiro[4.5]decan-6-ol	168	C ₁₁ H ₂₀ O	-	-	1.26	-	-
32	1-methyl-7-isopropyl-naphthalene	184	C ₁₄ H ₁₆	1.07	-	-	-	-
33	germacrene D	204	C ₁₅ H ₂₄	-	2.84	6.06	1.80	-
34	2-norpinene	204	C ₁₅ H ₂₄	-	-	-	-	2.49
35	(-)-zingiberene	204	C ₁₅ H ₂₄	-	-	-	6.33	2.44
36	2-methy-1,7,7-trimethyl-bicyclo[2.2.1]hept-2-yl-ester, butanoic acid	238	C ₁₅ H ₂₆ O ₂	-	1.24	-	-	-
37	α -sesquiphellandrene	204	C ₁₅ H ₂₄	0.44	-	6.06	-	-
38	<i>z-a-trans</i> -bergamotol	220	C ₁₅ H ₂₄ O	-	-	5.37	-	-
39	<i>p</i> -menthane, 1,8-dien-3-one	150	C ₁₀ H ₁₄ O	-	-	-	1.23	-
40	aromadendrene oxide	220	C ₁₅ H ₂₄ O	-	-	-	-	1.02
41	cubenol	222	C ₁₅ H ₂₆ O	-	-	-	-	3.15
42	α -bisabolol	222	C ₁₅ H ₂₆ O	1.23	-	1.48	0.58	0.44
43	α -copaen-11-ol	222	C ₁₅ H ₂₆ O	1.80	-	-	-	-
44	1,2,3,4,4 <i>a</i> ,5,6,7-octahydro-4 <i>a</i> -menthyl-naphthalene	150	C ₁₁ H ₁₈	-	-	1.70	-	-
45	ledol	222	C ₁₅ H ₂₆ O	-	0.68	-	1.68	-
46	eudesm-7-en-4-ol	222	C ₁₅ H ₂₆ O	4.50	-	-	-	-
47	eudesm-7(11)-en-4-ol	222	C ₁₅ H ₂₆ O	1.43	1.45	4.75	-	-
48	α -bisabolol oxide b	238	C ₁₅ H ₂₆ O ₂	-	-	1.57	0.30	-
49	isoaromadendrene epoxide	220	C ₁₄ H ₂₄ O	3.33	-	-	-	-
50	myristic acid	228	C ₁₄ H ₂₈ O ₂	1.22	-	-	-	-
51	7-isopropenyl-1,4 <i>a</i> -dimethyl-4,4 <i>a</i> ,5,6,7,8-hexahydro-3-naphthalen-2-one	218	C ₁₅ H ₂₂ O	1.03	-	-	-	-
52	8,9-dihydro-9-formyl-cycloisolongifolene	230	C ₁₆ H ₂₂ O	0.50	-	-	1.72	-
53	hexadecanoic acid	256	C ₁₆ H ₃₂ O ₂	2.19	-	-	-	-
54	9,12-octadecadienoic acid, methyl ester	294	C ₁₉ H ₃₄ O ₂	1.75	-	-	-	-

1) 表中仅列出相对含量高于 1% 的成分 The relative contents of compounds are all higher than 1% in this table; He: 来源于河北的野菊花 *D. indicum* from Hebei; Jw: 来源于江苏的野生野菊花 Wild *D. indicum* from Jiangsu; Dn: 来源于江苏的菊花脑 *D. nankingense* from Jiangsu; Hu: 来源于湖北的野菊花 *D. indicum* from Hubei; Jc: 来源于江苏的栽培野菊花 Cultivated *D. indicum* from Jiangsu.

由表 1 可以看出,不同产地野菊花和菊花脑花的挥发油主要成分均为萜类及其衍生物,另外还含有少量的芳香族和脂肪族化合物,其化学成分差异较大,共有成分仅有桉树脑(cineole)和石竹烯(caryophyllene)2 种化合物。从化合物的类型来看,单萜及其衍生物的含量高于其他几种类型的化合物,一般都达到 50% 以上。从挥发油的主要成分来看,不同来源的挥发油均含有 1~2 种相对含量较高(大于 8%)的主要成分:河北产野菊花挥发油的主

要成分为樟脑[(1*R*,4*R*)-(+)-camphor]和龙脑(borneol),相对含量分别为 12.62% 和 8.06%;江苏产野生野菊花挥发油的主要成分为 2-甲氧基-1,7,7-三甲基-二环[2.2.1]庚烷(2-methoxy-1,7,7-trimethyl-bicyclo[2.2.1]heptane)和樟脑,相对含量分别为 27.82% 和 27.56%;菊花脑花挥发油主要含有龙脑和龙脑乙酸酯(bornyl acetate),相对含量分别为 26.90% 和 18.60%;湖北产野菊花的挥发油主要含有 2,7,7-三甲基-二环[3.1.1]-2-庚烯-

续表 1 Table 1 (Continued)

编号 No.	成分 Constituent	相对分子 质量 MW	分子式 Molecular formula	相对含量/% Relative content				
				He	Jw	Dn	Hu	Je
20	acetic acid, 1,7,7-trimethyl-bicyclo[2.2.1]hept-2-yl, ester	196	C ₁₂ H ₂₀ O ₂	3.48	-	-	-	-
21	thymol	150	C ₁₀ H ₁₄ O	2.12	-	-	-	-
22	(-)-myrtenyl acetate	194	C ₁₂ H ₁₈ O ₂	1.93	-	-	0.46	20.07
23	decanoic acid	172	C ₁₂ H ₂₀ O ₂	2.84	-	-	-	-
24	2-ethylidene-6-methyl-3,5-heptadienal	150	C ₁₀ H ₁₄ O	-	-	-	17.66	-
25	2,4-diisopropenyl-1-vinyl-(1s,2r,4r)-(-)-cyclohexane	204	C ₁₅ H ₂₄	-	-	5.24	-	-
26	caryophyllene	204	C ₁₅ H ₂₄	0.90	2.21	3.76	2.77	1.86
27	α-farnesene	204	C ₁₅ H ₂₄	1.06	-	-	1.69	0.79
28	caryophyllene oxide	220	C ₁₅ H ₂₄ O	7.94	0.81	-	1.07	5.91
29	(E,E)-germacra-3,7(11),9-trien-6-one	218	C ₁₅ H ₂₂ O	-	-	-	1.03	-
30	2-methyl-6-p-tolyl-2-heptene	202	C ₁₅ H ₂₂	-	-	-	2.85	1.60
31	6-menthyl-spiro[4.5]decan-6-ol	168	C ₁₁ H ₂₀ O	-	-	1.26	-	-
32	1-methyl-7-isopropyl-naphthalene	184	C ₁₄ H ₁₆	1.07	-	-	-	-
33	germacrene D	204	C ₁₅ H ₂₄	-	2.84	6.06	1.80	-
34	2-norpinene	204	C ₁₅ H ₂₄	-	-	-	-	2.49
35	(-)-zingiberene	204	C ₁₅ H ₂₄	-	-	-	6.33	2.44
36	2-methyl-1,7,7-trimethyl-bicyclo[2.2.1]hept-2-yl-ester, butanoic acid	238	C ₁₅ H ₂₆ O ₂	-	1.24	-	-	-
37	α-sesquiphellandrene	204	C ₁₅ H ₂₄	0.44	-	6.06	-	-
38	z-a-trans-bergamotol	220	C ₁₅ H ₂₄ O	-	-	5.37	-	-
39	p-menthane, 1,8-dien-3-one	150	C ₁₀ H ₁₄ O	-	-	-	1.23	-
40	aromadendrene oxide	220	C ₁₅ H ₂₄ O	-	-	-	-	1.02
41	cubenol	222	C ₁₅ H ₂₆ O	-	-	-	-	3.15
42	α-bisabolol	222	C ₁₅ H ₂₆ O	1.23	-	1.48	0.58	0.44
43	α-copaen-11-ol	222	C ₁₅ H ₂₆ O	1.80	-	-	-	-
44	1,2,3,4,4a,5,6,7-octahydro-4a-menthyl-naphthalene	150	C ₁₁ H ₁₈	-	-	1.70	-	-
45	ledol	222	C ₁₅ H ₂₆ O	-	0.68	-	1.68	-
46	eudesm-7-en-4-ol	222	C ₁₅ H ₂₆ O	4.50	-	-	-	-
47	eudesm-7(11)-en-4-ol	222	C ₁₅ H ₂₆ O	1.43	1.45	4.75	-	-
48	α-bisabolol oxide b	238	C ₁₅ H ₂₆ O ₂	-	-	1.57	0.30	-
49	isoaromadendrene epoxide	220	C ₁₄ H ₂₄ O	3.33	-	-	-	-
50	myristic acid	228	C ₁₄ H ₂₈ O ₂	1.22	-	-	-	-
51	7-isopropenyl-1,4a-dimethyl-4,4a,5,6,7,8-hexahydro-3-naphthalen-2-one	218	C ₁₅ H ₂₂ O	1.03	-	-	-	-
52	8,9-dehydro-9-formyl-cycloisolongifolene	230	C ₁₆ H ₂₂ O	0.50	-	-	1.72	-
53	hexadecanoic acid	256	C ₁₆ H ₃₂ O ₂	2.19	-	-	-	-
54	9,12-octadecadienoic acid, methyl ester	294	C ₁₉ H ₃₄ O ₂	1.75	-	-	-	-

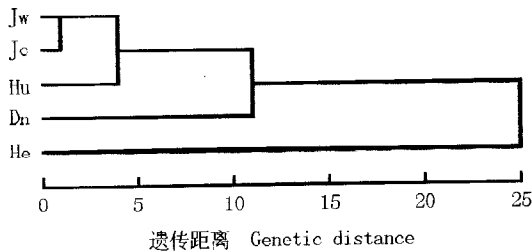
¹⁾ 表中仅列出相对含量高于 1% 的成分 The relative contents of compounds are all higher than 1% in this table; He: 来源于河北的野菊花 *D. indicum* from Hebei; Jw: 来源于江苏的野生野菊花 Wild *D. indicum* from Jiangsu; Dn: 来源于江苏的菊花脑 *D. nankingense* from Jiangsu; Hu: 来源于湖北的野菊花 *D. indicum* from Hubei; Je: 来源于江苏的栽培野菊花 Cultivated *D. indicum* from Jiangsu.

由表 1 可以看出,不同产地野菊花和菊花脑花的挥发油主要成分均为萜类及其衍生物,另外还含有少量的芳香族和脂肪族化合物,其化学成分差异较大,共有成分仅有桉树脑(cineole)和石竹烯(caryophyllene)2 种化合物。从化合物的类型来看,单萜及其衍生物的含量高于其他几种类型的化合物,一般都达到 50% 以上。从挥发油的主要成分来看,不同来源的挥发油均含有 1~2 种相对含量较高(大于 8%)的主要成分:河北产野菊花挥发油的主

要成分为樟脑[(1R,4R)-(+)-camphor]和龙脑(borneol),相对含量分别为 12.62% 和 8.06%;江苏产野生野菊花挥发油的主要成分为 2-甲氧基-1,7,7-三甲基-二环[2.2.1]庚烷(2-methoxy-1,7,7-trimethyl-bicyclo[2.2.1]heptane)和樟脑,相对含量分别为 27.82% 和 27.56%;菊花脑花挥发油主要含有龙脑和龙脑乙酸酯(bornyl acetate),相对含量分别为 26.90% 和 18.60%;湖北产野菊花的挥发油主要含有 2,7,7-三甲基-二环[3.1.1]-2-庚烯-

2.3 聚类分析

为得到更为直观的结果,以主成分得分为指标进行聚类分析,结果见图3。



He:来源于河北的野菊花 *D. indicum* from Hebei; Jw:来源于江苏的野生野菊花 Wild *D. indicum* from Jiangsu; Dn:来源于江苏的菊花脑 *D. nankingene* from Jiangsu; Hu:来源于湖北的野菊花 *D. indicum* from Hubei; Jc:来源于江苏的栽培野菊花 Cultivated *D. indicum* from Jiangsu.

图3 不同产地野菊花和菊花脑花的挥发油成分的聚类图
Fig. 3 The dendrogram of essential oil constituents in flower of *Dendranthema indicum* L. and *D. nankingene* Hand.-Mazz. from different locations

由图2和图3均可以看出,河北产野菊单独为一大类,江苏产的野生和栽培野菊、湖北产野菊及江苏产菊花脑聚为一大类,其中菊花脑又独立成一类。河北产野菊为商品野菊花,其产地为河北北部,与其他样品的生长环境差异很大,因而其挥发油成分及含量与其他样品有较大差异。

菊花脑在分类学上被认为与野菊有很近的亲缘关系,一度被认为是野菊的变种之一,也有其他证据支持其独立成种^[7]。从本文的分析结果看,除河北产野菊的采收、加工和保存过程对分析结果有一定的影响外,菊花脑花的挥发油成分与野菊均有一定差异,支持将菊花脑独立成种的分类处理。

湖北产野菊原植物采集于湖北的野外林区,生长环境与其他产地的野菊显著不同,在聚类分析时,同其他产地的野菊聚为一类,但与江苏产的野生和栽培野菊有一定的遗传距离。

江苏产的2个野菊种源中,一个已经经过多年的栽培,另一个采集于野外仅移栽1年,二者产于同一地区,生长环境相似,遗传距离最近。

总的来说,挥发油成分聚类分析的结果与传统的分类结果较吻合。从分析结果还可以看出,不同采收加工方法和保存时间对挥发油成分及含量有较大的影响。

3 讨 论

在本实验中,所有样品的挥发油提取方法相同,除河北产野菊外,其他样品的采集时间及预处理方法也都相同。参考前人的实验结果,作者认为,挥发油成分及其相对含量是一个较不稳定的指标。由于植物中所含的挥发油成分一般都较为丰富,数据量大,因而,利用主成分分析法对数据进行降维,可以得到比较可靠且直观的分析结果。

另外,本文所涉及的样品数量及产地虽然较少,但仍具有一定的代表性,对野菊及菊花脑资源的合理开发利用具有一定的指导作用。

参考文献:

- [1] 江苏新医学院. 中药大辞典(下册)[M]. 上海:上海科学技术出版社, 1985. 2144-2145.
- [2] 马荣贵, 管景斌, 王秀梅, 等. 紫花野菊、小红菊与野菊花挥发油化学成分的比较研究[J]. 色谱, 1994, 12(1): 47-49.
- [3] 任爱农, 鞠建明. 江苏产野菊花、菊花脑挥发油成分分析[J]. 中药材, 1999, 22(10): 511-512.
- [4] 张永明, 黄亚非, 陶玲, 等. 不同产地野菊花挥发油化学成分比较研究[J]. 中国中药杂志, 2002, 27(4): 265-267.
- [5] 周新, 墨彬彬. 野菊花挥发油化学成分的质谱分析[J]. 华西药学杂志, 2001, 16(5): 330-333.
- [6] 国家药典委员会. 中华人民共和国药典2000年版(一部)[M]. 北京:化学工业出版社, 2000.
- [7] 戴思兰, 陈俊愉. 中国菊属一些种的分支分类学研究[J]. 武汉植物学研究, 1997, 15(10): 27-34.