

# 海南黄灯笼辣椒不同提取物化学成分 GC-MS 分析

李洪福, 李海龙, 王勇, 魏娜, 赖伟勇, 陈峰\*

(海南医学院药学院海南省热带药用植物研究开发重点实验室, 海口 571199)

**[摘要]** **目的:** 研究海南黄灯笼辣椒不同提取物中的化学成分, 确定不同类型化学成分的合适提取溶剂。**方法:** 海南黄灯笼辣椒分别用石油醚、乙酸乙酯和 95% 乙醇提取, 提取物经 GC-MS 分析, 比较不同提取物中所含化学成分的差异。**结果:** 海南黄灯笼辣椒石油醚、乙酸乙酯和 95% 乙醇提取物中主要包含脂肪酸类、酰胺类(辣椒素和二氢辣椒素)、烃类、甾醇类和维生素类等几大类化合物。其中脂肪酸的含量在 3 种提取物中分别为 63.40%, 60.66%, 16.16%, 酰胺类(辣椒素和二氢辣椒素)为 16.82%, 27.64%, 42.05%。**结论:** 提取海南黄灯笼辣椒中的脂肪酸类以及一些小极性的烃类化合物宜用石油醚, 提取酰胺类宜用 95% 乙醇。

**[关键词]** 海南黄灯笼辣椒; 提取溶剂; 化学成分; 气相色谱-质谱联用

**[中图分类号]** R284.1 **[文献标识码]** A **[文章编号]** 1005-9903(2013)08-0129-05

**[doi]** 10.11653/syfy2013080129

## Studies on Chemical Constituents of Different Extracts from *Capsicum chinense* by GC-MS

LI Hong-fu, LI Hai-long, WANG Yong, WEI Na, LAI Wei-yong, CHEN Feng\*

(Hainan Provincial Key Laboratory of R&D on Tropical Herbs School of Pharmaceutical Science Hainan Medical University, Haikou 571199, China)

**[Abstract]** **Objective:** To study the chemical constituents extracted from *Capsicum chinense* with different solvents and find out the appropriate solvent which was suitable for the extraction of different types of chemical constituents. **Method:** *C. chinense* was extracted with petroleum ether, ethyl acetate and 95% ethanol respectively and then the extracts were analyzed by GC-MS. The varieties and content of the chemical constituents in different extracts were compared. **Result:** The petroleum ether, ethyl acetate and ethanol extracts from *C. chinense* mainly include fatty acids, acid amides (capsaicin and dihydrocapsaicin), hydrocarbon, sterols and vitamins. The content of fatty acids in three extracts was 63.40%, 60.66%, 16.16%, respectively, and the acid amides were 16.82%, 27.64%, 42.05%, respectively. **Conclusion:** The appropriate solvent of extracting the fatty acids and a few of hydrocarbons from *C. chinense* was petroleum ether, as for the extraction of the acid amides, 95% ethanol was more suitable.

**[Key words]** *Capsicum chinense* Jacquin.; extraction solvents; chemical constituents; GC-MS

黄灯笼椒是辣椒属的一种极辣类型, 又名黄帝

椒, 是茄科辣椒属植物, 海南省特有的辣椒品种, 形状似灯笼, 色泽亮黄色, 肉质较厚, 富含辣椒素、Vc、胡萝卜素等, 因其味辣, 香味独特, 营养丰富, 所以在饮食和医药产品上应用广泛, 是海南最具开发潜力的特色农产品之一<sup>[1-2]</sup>。黄灯笼椒的辣度在 150 000 SHU 左右, 总辣椒素含量达 9.73 mg·g<sup>-1</sup>, 被尊称为“辣王”<sup>[3]</sup>。研究表明, 辣椒中与辣味相关的辣椒素类物质主要是辣椒素 (capsaicin) 和二氢辣椒素

**[收稿日期]** 20120529(010)

**[第一作者]** 李洪福, 硕士, 助理实验师, 从事天然产物分离与活性物质的筛选研究, Tel: 0898-31350773, E-mail: lihongfu6688@163.com

**[通讯作者]** \* 陈峰, 助理研究员, 博士, Tel: 0898-66895337, E-mail: cy.chen508@gmail.com

(dihydrocapsaicin), 约占总辣椒素的 90%, 是影响辣度最主要的成分<sup>[4-6]</sup>。因此, 目前对于黄灯笼辣椒化学成分的研究也主要集中在对辣椒素和二氢辣椒素两类物质的含量测定和合成酶的表达两方面<sup>[7-8]</sup>, 而对于海南黄灯笼辣椒所含化学成分的系统研究还未见报道。本实验以采自海南本地的黄灯笼辣椒为研究对象, 采用不同极性的溶剂进行提取, 对所得提取物应用 GC-MS 进行化学成分分离鉴定, 并运用面积归一化法计算各组成分的相对百分含量, 通过分析比较不同提取物中所含化学成分种类和含量的差异, 尤其是影响辣椒辣度的主要成分辣椒素和二氢辣椒素的含量变化, 确定海南黄灯笼椒中不同类型化学成分的合适提取溶媒, 为海南黄灯笼椒的进一步开发利用提供参考。

### 1 材料

HP6890/HP5973 MS 联用仪(美国安捷伦公司), SHB-(III) 循环水式真空泵(巩义市英峪予华仪器有限公司), 202AR-1 型电热干燥箱(上海申光仪器仪表有限公司), HH-S 型恒温水浴锅(巩义市予华仪器有限责任公司), R-205 型旋转蒸发器(上海申胜生物技术有限公司), 2HQ 型电热套(巩义市予华仪器有限责任公司), 石油醚(60~90)(天津市大茂化学试剂公司, 批号 20110314), 乙酸乙酯(天津市大茂化学试剂公司, 批号 20110513), 95% 乙醇(天津科密欧化学试剂公司, 批号 20100120)。

药材采自海南万宁地区, 经中国医学科学院药用植物研究所海南分所陈伟平研究员鉴定为茄科植物黄灯笼椒 *Capsicum chinense* Jacq.

### 2 方法

#### 2.1 药材提取

**2.1.1 石油醚提取** 取新鲜采摘的海南黄灯笼辣椒 100 g, 用剪刀剪成长约 3~4 cm 长的细段, 加入 20 倍量的石油醚(60~90) 常温下浸提 48 h, 回收石油醚, 得黄灯笼辣椒的石油醚提取浓缩液, 水浴蒸干得到药材石油醚提取浸膏约 5.4 g, 低温保存备用。

**2.1.2 乙酸乙酯提取** 取新鲜采摘的海南黄灯笼辣椒 100 g, 用剪刀剪成长约 3~4 cm 长的细段, 加入 20 倍量的乙酸乙酯回流提取 3 次, 每次 2 h, 滤过, 收集滤液, 回收乙酸乙酯, 得到黄灯笼辣椒的乙酸乙酯提取浓缩液, 水浴蒸干得到药材乙酸乙酯提取浸膏约 6.0 g, 低温保存备用。

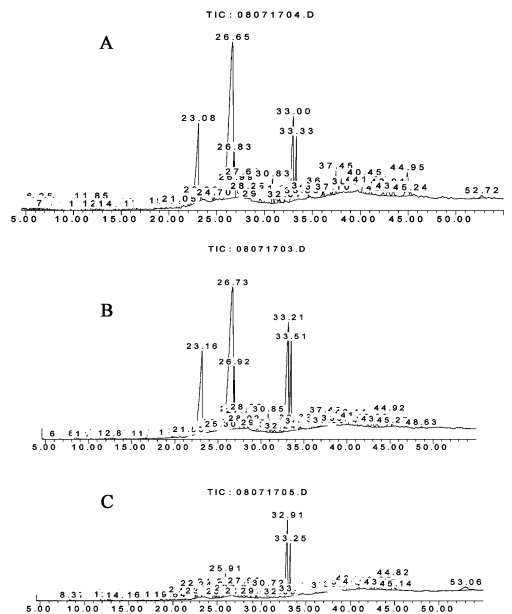
**2.1.3 95% 乙醇提取** 取新鲜采摘的海南黄灯笼辣椒 100 g, 用剪刀剪成长约 3~4 cm 长的细段, 加入 20 倍量的 95% 乙醇回流提取 3 次, 每次 2 h, 滤过, 收集滤液, 回收乙醇, 得到黄灯笼辣椒的乙醇提取浓缩液, 水浴蒸干得到药材 95% 乙醇提取浸膏约 8.3 g, 低温保存备用。

**2.2 供试品溶液的制备** 取 3 种提取物浸膏适量, 分别用石油醚、乙酸乙酯、乙醇适量使溶解, 微孔滤膜(0.45 μm) 过滤, 取续滤液, 即得。

**2.3 气相色谱-质谱联用条件** 石英毛细管柱 HP-FFAP(0.25 mm × 30 m, 0.25 μm), 程序升温从 60 °C 开始, 以 4 °C · min<sup>-1</sup> 升到 150 °C, 再以 8 °C · min<sup>-1</sup> 升温到 250 °C; 载气为 He, 柱流量 1.0 mL · min<sup>-1</sup>, 进样口温度 250 °C, 分流比 50:1。质谱条件: EI 源; 电离电压 70 eV, 离子源温度 230 °C, 扫描范围 m/z 10~500, 采集方式为全扫描模式。进样量为 1 μL。

### 3 结果与讨论

**3.1 结果** 按色谱条件和质谱条件分别对海南黄灯笼辣椒石油醚、乙酸乙酯和乙醇提取物进行 GC-MS 分析, 3 种提取物的 GC-MS 总离子流色谱图如图 1, 样品中各化学成分经 HPMSD 化学工作站检索与 NIST98 标准质谱图库匹配求得, 运用峰面积归一化法计算出各成分的相对质量分数, 结果见表 1。



A. 石油醚提取; B. 乙酸乙酯提取; C. 95% 乙醇提取

图 1 海南黄灯笼总离子流色谱

表1 海南黄灯笼辣椒3种提取物的GC-MS分析

No.	化合物	分子式	相对含量/%		
			石油醚 提取物	乙酸乙酯 提取物	乙醇 提取物
1	2-methyl-2-undecene 2-甲基-2-十一碳烯	C <sub>12</sub> H <sub>24</sub>	0.09	/	/
2	5-methyl-5-undecene 5-甲基-5-十一碳烯	C <sub>12</sub> H <sub>24</sub>	0.05	/	/
3	(1,1-dimethylbutyl)-benzene (1,1-二甲基丁基)-苯	C <sub>12</sub> H <sub>18</sub>	0.03	/	/
4	2,6-dimethyl-decalin 2,6-二甲基十氢化萘	C <sub>12</sub> H <sub>22</sub>	0.14	/	/
5	2,3-dimethyl-decalin 2,3-二甲基十氢化萘	C <sub>12</sub> H <sub>22</sub>	0.26	/	/
6	4-acetyl-2-(2,2-dimethylpropyl)-1H-imidazole 4-乙酰-2-(2,2-二甲基丙基)-1H-咪唑	C <sub>9</sub> H <sub>14</sub> N <sub>2</sub> O	0.13	/	/
7	3-methylresacetophenone 3-甲基雷锁苯乙酮	C <sub>9</sub> H <sub>10</sub> O <sub>3</sub>	0.07	/	/
8	2,6-dimethoxy- <i>p</i> -xylene 2,6-二甲氧基- <i>p</i> -二甲苯	C <sub>10</sub> H <sub>14</sub> O <sub>2</sub>	0.11	/	/
9	1,6-dimethyl-decalin 1,6-二甲基十氢化萘	C <sub>12</sub> H <sub>22</sub>	0.16	/	/
10	<i>trans, trans</i> -1,10-dimethylspiro[4.5]decane 反式,反式-1,10-二甲基螺环[4.5]癸烷	C <sub>12</sub> H <sub>22</sub>	0.11	/	/
11	<i>cis, trans</i> -1,10-dimethylspiro[4.5]decane 顺式,反式-1,10-二甲基螺环[4.5]癸烷	C <sub>12</sub> H <sub>22</sub>	0.12	/	/
12	2,3-dimethyl-decalin 2,3-二甲基十氢化萘	C <sub>12</sub> H <sub>22</sub>	0.27	/	/
13	9-methyl-9H-fluorene 9-甲基-9H-芴	C <sub>14</sub> H <sub>12</sub>	0.08	/	/
14	5-acetyl-2-hydrazino-4-methylpyrimidine 5-乙酰基-2-胍基-4-甲基嘧啶	C <sub>7</sub> H <sub>10</sub> N <sub>4</sub> O	0.16	/	/
15	3-methyl-7-pentyl-bicyclo[4.1.0]heptane 3-甲基-7-戊基二环[4.1.0]庚烷	C <sub>13</sub> H <sub>24</sub>	0.21	/	/
16	mono-acetin 单乙酸甘油酯	C <sub>5</sub> H <sub>10</sub> O <sub>4</sub>	/	0.04	/
17	1,1,6,6-tetramethylspiro[4.4]nonane 1,1,6,6-四甲基-螺环[4.4]壬烷	C <sub>13</sub> H <sub>24</sub>	0.07	/	/
18	<i>cis, trans</i> -1,9-dimethylspiro[5.5]undecane 顺式,反式-1,9-二甲基螺环[5.5]十一烷	C <sub>13</sub> H <sub>24</sub>	0.07	/	/
19	( <i>E</i> )-8-methyl-6-nonenic acid ( <i>E</i> )-8-甲基-6-壬烯酸	C <sub>10</sub> H <sub>18</sub> O <sub>2</sub>	/	/	0.35
20	$\alpha$ -cubebene $\alpha$ -毕澄茄烯	C <sub>15</sub> H <sub>24</sub>	0.04	0.08	/
21	$\beta$ -cubebene $\beta$ -毕澄茄烯	C <sub>15</sub> H <sub>24</sub>	0.04	/	/
22	vanillin 香草醛	C <sub>8</sub> H <sub>8</sub> O <sub>3</sub>	/	0.05	/
23	1-ethyl-2-methylcyclododecane 1-乙基-2-甲基环十二烷	C <sub>15</sub> H <sub>30</sub>	0.04	/	/
24	2-methyl-tetradecane 2-甲基十四烷	C <sub>15</sub> H <sub>32</sub>	0.05	0.02	/
25	$\gamma$ -himachalene $\gamma$ -雪松烯	C <sub>15</sub> H <sub>24</sub>	0.38	0.15	0.20
26	( <i>Z</i> )-9-octadecenamide 油酸酰胺	C <sub>18</sub> H <sub>35</sub> NO	0.18	0.17	1.11
27	$\alpha$ -copaene $\alpha$ -古巴烯	C <sub>15</sub> H <sub>24</sub>	0.04	0.03	/
28	1,2-benzenedicarboxylic acid, diethyl ester 邻苯二甲酸二乙酯	C <sub>12</sub> H <sub>14</sub> O <sub>4</sub>	/	/	0.09
29	hexadecane 十六烷	C <sub>16</sub> H <sub>34</sub>	0.06	0.02	/
30	$\gamma$ -undecalactone $\gamma$ -十一烷酸内酯	C <sub>11</sub> H <sub>20</sub> O <sub>2</sub>	0.03	/	/
31	heptadecane 十七烷	C <sub>17</sub> H <sub>36</sub>	0.09	0.06	0.07
32	1-tetradecene 1-十四碳烯	C <sub>14</sub> H <sub>28</sub>	/	0.04	/
33	tetradecanoic acid 肉豆蔻酸	C <sub>14</sub> H <sub>28</sub> O <sub>2</sub>	0.09	0.20	/
34	tetradecanoic acid, ethyl ester 肉豆蔻酸乙酯	C <sub>16</sub> H <sub>32</sub> O <sub>2</sub>	0.06	0.33	0.40
35	octadecane 十八烷	C <sub>18</sub> H <sub>38</sub>	0.08	/	/
36	( <i>E</i> )-13-methyl-11-tetradecen-1-ol acetate ( <i>E</i> )-13-甲基-11-十四碳烯醇乙酸盐	C <sub>17</sub> H <sub>32</sub> O <sub>2</sub>	0.05	0.06	/
37	6,10,14-trimethyl-2-pentadecanone 6,10,14-三甲基十五烷-2-酮	C <sub>18</sub> H <sub>36</sub> O	0.10	0.05	0.07
38	pentadecanoic acid 十五烷酸	C <sub>15</sub> H <sub>30</sub> O <sub>2</sub>	/	0.04	/
39	2-methyl-hexadecanoic acid, methyl ester 2-甲基十六烷酸甲酯	C <sub>18</sub> H <sub>36</sub> O <sub>2</sub>	/	0.02	/

续表 1

No.	化合物	分子式	相对含量/%		
			石油醚 提取物	乙酸乙酯 提取物	乙醇 提取物
40	farnesyl acetone C 金合欢基丙酮 C	C <sub>18</sub> H <sub>30</sub> O	0.15	0.07	/
41	hexadecanoic acid, methyl ester 棕榈酸甲酯	C <sub>17</sub> H <sub>34</sub> O <sub>2</sub>	/	/	0.63
42	12-methyl-15-pentadecanolide 12-甲基十五内酯	C <sub>16</sub> H <sub>30</sub> O <sub>2</sub>	/	0.27	/
43	hexadecanoic acid 棕榈酸	C <sub>16</sub> H <sub>32</sub> O <sub>2</sub>	13.63	16.03	1.09
44	hexadecanoic acid, ethyl ester 棕榈酸乙酯	C <sub>18</sub> H <sub>36</sub> O <sub>2</sub>	/	/	1.75
45	hexadecanoic acid,1-methylethyl ester 棕榈酸异丙酯	C <sub>19</sub> H <sub>38</sub> O <sub>2</sub>	/	/	0.11
46	(E,E,E)-3,7,11,15-tetramethylhexadeca-1,3,6,10,14-pentaene (E,E,E)-3,7,11,15-四甲基十六烷-1,3,6,10,14--五烯	C <sub>20</sub> H <sub>32</sub>	0.38	/	/
47	linolelaidic acid, methyl ester 反亚油酸甲酯	C <sub>19</sub> H <sub>34</sub> O <sub>2</sub>	0.12	0.08	1.55
48	9-octadecenoic acid (Z)-, methyl ester 油酸甲酯	C <sub>19</sub> H <sub>36</sub> O <sub>2</sub>	0.20	/	1.41
49	phytol 叶绿醇	C <sub>20</sub> H <sub>40</sub> O	/	0.43	0.71
50	octadecanoic acid, methyl ester 硬脂酸甲酯	C <sub>19</sub> H <sub>38</sub> O <sub>2</sub>	/	/	0.35
51	7,10-octadecadienoic acid, methyl ester 7,10-十八烷二烯酸甲酯	C <sub>19</sub> H <sub>34</sub> O <sub>2</sub>	/	/	0.18
52	octadecanoic acid, ethyl ester 十八烷酸乙酯	C <sub>20</sub> H <sub>40</sub> O <sub>2</sub>	/	/	0.68
53	(Z,Z)-9,12-octadecadienoic acid 亚油酸	C <sub>18</sub> H <sub>32</sub> O <sub>2</sub>	45.36	39.62	12.3
54	stearic acid 硬脂酸	C <sub>18</sub> H <sub>36</sub> O <sub>2</sub>	2.54	3.34	/
55	stearic amide 硬脂酰胺	C <sub>18</sub> H <sub>37</sub> NO	1.56	2.32	/
56	3-methoxy-6-aza-1,3,5(10),6,8(9)-estrpentaen-17-one 3-甲氧基-6-氮杂-1,3,5(10),6,8(9)-五烯-17-酮	C <sub>18</sub> H <sub>19</sub> NO <sub>2</sub>	0.64	0.31	0.67
57	N,N'-diacetyl-1,12-diaminododecane N,N'-联乙酰基-1,12-十二烷二元胺	C <sub>16</sub> H <sub>32</sub> N <sub>2</sub> O <sub>2</sub>	0.27	0.23	0.28
58	(Z)-9-octadecenamide 油酸酰胺	C <sub>18</sub> H <sub>35</sub> NO	/	/	0.48
59	neobietic acid 新松香酸	C <sub>20</sub> H <sub>30</sub> O <sub>2</sub>	1.78	1.24	2.42
60	1-mono-linolein 1-亚油酸单甘油酯	C <sub>21</sub> H <sub>38</sub> O <sub>4</sub>	1.01	0.27	/
61	1,2-benzenedicarboxylic acid, bis(2-ethylhexyl) ester 邻苯二甲酸二(2-乙基己基)酯	C <sub>24</sub> H <sub>38</sub> O <sub>4</sub>	0.13	/	/
62	pelargonic acid vanillylamide 壬酸香草酰胺	C <sub>17</sub> H <sub>27</sub> NO <sub>3</sub>	0.26	0.25	0.12
63	capsaicin 辣椒素	C <sub>18</sub> H <sub>27</sub> NO <sub>3</sub>	10.72	16.81	29.66
64	dihydrocapsaicin 二氢辣椒素	C <sub>18</sub> H <sub>29</sub> NO <sub>3</sub>	4.36	6.58	11.79
65	1-[(3-methoxy-4-acetoxypheyl) methylaminocarbonyl]-7-methyloctane 1-[(3-甲氧基-4-乙酰基苯基)甲基氨基甲酰]-7-甲基辛烷	C <sub>20</sub> H <sub>31</sub> NO <sub>4</sub>	0.38	0.59	0.66
66	docosane 廿二烷	C <sub>22</sub> H <sub>46</sub>	0.22	0.16	/
67	pentacosane 廿五烷	C <sub>25</sub> H <sub>52</sub>	0.33	0.22	/
68	squalene 角鲨烯	C <sub>30</sub> H <sub>50</sub>	0.54	0.27	0.33
69	4',6'-dioxo-spiro [cyclohexane-1,5'(6'H)-[4H] pyrido [3.2.1-jk] carbazole]-1',3'- dicarboxylic acid, dimethyl ester 4',6'--二氧代螺环[环己胺-1,5'(6'H)-[4H]吡啶并 [3.2.1-jk]咪唑-1',3'-二羧酸二甲酯	C <sub>24</sub> H <sub>21</sub> NO <sub>6</sub>	0.15	0.10	0.13
70	nonacosane 二十九烷	C <sub>29</sub> H <sub>60</sub>	0.99	0.50	0.29
71	4',7'-dioxo-spiro [cyclohexane-1,5'(6'H)-[4H] pyrido [3,2,1-jk] carbazole]-1',3'- dicarboxylic acid, dimethyl ester 4',7'-二氧代螺环[环己胺-1,5'(6'H)-[4H]吡啶并 [3,2,1-jk]咪唑-1',3'-二羧酸二甲酯	C <sub>24</sub> H <sub>21</sub> NO <sub>7</sub>	/	1.10	/
72	triacontane 蜂花烷	C <sub>30</sub> H <sub>62</sub>	0.35	0.19	2.87

续表 1

No.	化合物名称	分子式	相对含量/%		
			石油醚 提取物	乙酸乙酯 提取物	乙醇 提取物
73	ohioensin E 金发藓素 E	C <sub>25</sub> H <sub>20</sub> O <sub>6</sub>	/	0.31	3.75
74	1,4-naphthalenedione,2,2'-(3-methylbutylidene) bis[4-hydroxy] 1,4-萘醌, 2,2'-(3-甲基丁胺) 双-4-羟基	C <sub>25</sub> H <sub>20</sub> O <sub>7</sub>	/	1.31	/
75	hentriacontane 三十一烷	C <sub>31</sub> H <sub>64</sub>	1.07	0.59	4.98
76	vitamin E 维生素 E	C <sub>29</sub> H <sub>50</sub> O <sub>2</sub>	0.85	0.46	0.70
77	provitamin D <sub>2</sub> 原维生素 D <sub>2</sub>	C <sub>28</sub> H <sub>44</sub> O	0.41	0.27	0.57
78	campesterol 菜油甾醇	C <sub>28</sub> H <sub>48</sub> O	1.07	0.67	1.99
79	stigmasterol 豆甾醇	C <sub>29</sub> H <sub>48</sub> O	0.63	0.43	1.17
80	sitosterol 谷甾醇	C <sub>29</sub> H <sub>50</sub> O	3.40	1.75	5.22
81	fucosterol 岩藻甾醇	C <sub>29</sub> H <sub>48</sub> O	0.34	0.14	0.49

### 3.2 结果分析

**3.2.1 总化学成分分析** 从海南黄灯笼辣椒的石油醚、乙酸乙酯和乙醇 3 种提取物中总共检测到 98 种化合物,确定了其中的 81 种化合物,其中从石油醚提取物中检测到 67 种,乙酸乙酯提取物中检测到 60 种,95% 乙醇提取物检测到 47 种。在这些化合物中主要包含脂肪酸及其酯类、酰胺类(辣椒素和二氢辣椒素)、烃类、甾醇类、维生素类、含氮杂环类等几大类化合物,同时还包含少量的醇类、醛类、酮类和胺类化合物,各类化合物在不同提取物中含量差别较大。

**3.2.2 脂肪酸类成分分析** 由表 1 可知,从海南黄灯笼辣椒的石油醚、乙酸乙酯和 95% 乙醇 3 种提取物中总共检测到 6 种脂肪酸类化合物,它们分别是十五烷酸、肉豆蔻酸、棕榈酸、亚油酸、硬脂酸和新松香酸,其中以亚油酸含量最高。

**3.2.3 酰胺类成分分析** 由表 1 可知,海南黄灯笼辣椒的石油醚、乙酸乙酯和 95% 乙醇 3 种提取物中酰胺类成分主要是辣椒素和二氢辣椒素,它们的总含量在 3 种提取物中差别较大,其中 95% 乙醇提取物中辣椒素和二氢辣椒素的总含量是石油醚中的 2.5 倍。

**3.2.4 烃类成分分析** 由表 1 可知,海南黄灯笼辣椒的石油醚、乙酸乙酯和乙醇 3 种提取物中包含一些烃类化合物,主要是烷烃、烯烃和芳香烃类。其中石油醚提取物中烃类成分达 29 种之多,不仅有链状烷烃,还有螺环烷烃,烯烃和芳香烃,并且芳香烃数量有 8 种,仅在石油醚提取物中出现。

**3.2.5 其他类成分分析** 海南黄灯笼辣椒的石油

醚、乙酸乙酯和 95% 乙醇 3 种提取物中还包含一些酯类、甾醇类、维生素类、含氮杂环类、醇类、醛类、酮类和胺类化合物,它们在不同提取物中含量差别较大。其中酯类化合物在 95% 乙醇提取物中种类较多,含量相对较高,含氮杂环类化合物仅在石油醚提取物中出现,醛类化合物仅在乙酸乙酯提取物中出现,且含量均较低。

提取其中的脂肪酸类以及一些小极性的烷烃和芳香烃类化合物宜用石油醚,提取酰胺类(辣椒素和二氢辣椒素)宜用 95% 乙醇。

#### [参考文献]

- [1] 吉训聪,王健华,王运勤,等.海南黄灯笼辣椒种传病毒的初步鉴定[J].海南大学学报,2006,12(3):284.
- [2] 高建华,李惠安,宁正祥.海南黄灯笼椒发酵辣椒的护色研究[J].食品科技,2010,35(5):63.
- [3] 王燕,夏延斌,罗凤莲,等.辣椒素的分析方法及辣度分级[J].食品工业科技,2007,26(2):208.
- [4] 成善汉,吴艳阁,贺申魁.辣椒素生物合成路径及调控基因研究进展[J].分子植物育种,2008,6(2):335.
- [5] 朱鲲鹏,张岭,张莉,等.复方辣椒碱巴布剂基质的优选[J].中国实验方剂学杂志,2011,17(9):48.
- [6] 李宏树,张岭,张莉,等.辣椒碱在不同介质中的平衡溶解度[J].中国实验方剂学杂志,2011,17(18):40.
- [7] 李国伟,纪明慧,郭飞燕,等.海南黄灯笼辣椒中辣椒碱的含量测定[J].中国调味品,2011,36(8):98.
- [8] 龙笛笛,成善汉,王玲,等.海南黄灯笼椒辣椒素合成酶基因克隆及表达研究[J].中国农学通报,2010,26(20):61.

[责任编辑 顾雪竹]