

# 栝楼子挥发油的成分分析及其生物活性的初步研究

徐礼英<sup>1</sup>, 张小平<sup>2\*</sup>, 蒋继宏<sup>2</sup>

(1. 芜湖职业技术学院, 安徽 芜湖 241000;

2. 徐州师范大学江苏省药用植物生物技术重点实验室, 江苏 徐州 221116)

[摘要] 目的: 分析栝楼子挥发油成分并检测其生物活性。方法: 采用水蒸汽蒸馏法提取, 气相色谱-质谱联用法进行成分分析, 并分别用测 A 值和 MTT 法检测其抑菌和细胞毒生物活性。结果: 从分离的挥发油化合物中, 鉴定出 42 个化合物, 占挥发油总相对含量的 79.434%。挥发油对金黄色葡萄球菌、大肠杆菌有较好的抑制作用; 对真菌红酵母有显著的抑制作用, 在 800  $\mu\text{g}\cdot\text{mL}^{-1}$  时抑制率达到 90.91%; 对肿瘤胃癌细胞株 SGC-7901 细胞也有显著的细胞毒活性, 浓度为 50  $\mu\text{g}\cdot\text{mL}^{-1}$  时, 抑制率高达 86.13%。结论: 首次从挥发油的角度来研究栝楼的药理作用, 其挥发油有抑菌活性和对胃癌细胞株 SGC-7901 细胞有很好的细胞毒活性。

[关键词] 栝楼子; 挥发油; 气相色谱-质谱联用; 生物活性

[中图分类号] R284.1 [文献标识码] B [文章编号] 1005-9903(2009)08-0038-06

## Study on Constituents and Biological Activity of Volatile Oil From Seeds of *Trichosanthes Kirilowii* Maxim

XU Li-ying<sup>1</sup>, ZHANG Xiao-ping<sup>2\*</sup>, JIANG Ji-hong<sup>2</sup>

(1. Wuhu Institute of Technology, Wuhu 241000, China; 2. Key Laboratory of Biotechnology for Medicinal Plants of Jiangsu Province, Xuzhou Normal University, Xuzhou 221116, China)

[Abstract] The volatile oil was extracted from the seeds of *Trichosanthes kirilowii* Maxim by steam distillation and its chemical components were analyzed by GC-MS technique. Forty-two compounds were separated and identified, which represented 79.434% of the total relative content of the volatile oil. The biological activity of the volatile oil was screened with A and MTT methods. The experiment results suggested that the volatile oil possessed antibacterial activity against *Staphalococcus aureus* *Escherichia coli*, and it could also obviously inhibit the growth of cultured *Rhodotorula sp.* with a inhibition rate of 90.91% at a concentration of 800  $\mu\text{g}\cdot\text{mL}^{-1}$  and stomach cancer cell line(SGC-7901) with a inhibition rate of 86.13% at a concentration of 50  $\mu\text{g}\cdot\text{mL}^{-1}$ .

[Key words] *Trichosanthes kirilowii* Maxim.; volatile oil; GC-MS; biological activity

瓜蒌(栝楼)具清热涤痰, 宽胸散络, 润燥滑肠之功效。现代研究表明, 瓜蒌有扩张冠状动脉, 增加流量, 保护心肌缺血, 提高耐缺氧能力, 降低血清胆固醇, 抑制血小板聚集, 抗菌, 泻下, 抗癌等多种作用<sup>[1]</sup>。其子粒营养丰富, 具有润肺化痰, 滑肠通便的

功能。本文采用水蒸汽蒸馏法从栝楼 *Trichosanthes kirilowii* Maxim. 子中提取出挥发油, 利用气相色谱-质谱联用技术对其化学成分进行了分析, 并对挥发油的生物活性进行检测, 发现其具有很好的生物活性, 为以后进一步开发利用此植物资源提供了科学依据。

### 1 材料和方法

1.1 材料和仪器 瓜蒌子采自安徽潜山, 并经安徽师范大学张小平教授鉴定为葫芦科植物栝楼

[收稿日期] 2009-03-02

[通讯作者] \* 张小平, Tel: (0553) 3883539; E-mail: pinghengxu@sina.com.cn

*Trichosanthes kirilowii* Maxim. 的干燥成熟种子。

仪器和试剂: 美国安捷伦公司 6890/5973NGC/MS 联用仪, 日本三洋公司 SIF-U332E 恒温振荡器, 酶标仪, 挥发油提取器。无水硫酸钠、乙醚, 所用试剂均为分析纯。

供试菌株: 金黄色葡萄球菌 (*Staphylococcus aureus*)、大肠杆菌 (*Escherichia coli*)、红酵母 (*Rhodotorula sp.*)、枯草杆菌 (*Bacillus subtilis*) 均由江苏省药用植物生物技术重点实验室提供。

肿瘤细胞株: 胃癌细胞株 SGC-7901 细胞由江苏省药用植物生物技术重点实验室提供。

**1.2 挥发油的制备** 水蒸气蒸馏法<sup>[2]</sup>: 称取干燥、粉碎的栝楼籽 50 g, 粉碎后, 用水蒸汽常压蒸馏 8 h, 馏出液用乙醚萃取 3 次, 旋转蒸发仪常压浓缩后合并, 无水硫酸钠干燥, 得到具有特殊香味、淡黄色透明挥发油 0.9829 g, 得油率为 1.97%。挥发油低温保存, 备用。

**1.3 气相色谱、质谱条件**<sup>[3]</sup>

**1.3.1 气相色谱条件** 6890 型气相色谱仪(美国安捷伦公司 Agilen); HP-5MS 弹性石英毛细管色谱柱 (30 m/0.25 mm, 0.25 $\mu$ m)。载气为高纯氦气, 流量 60 mL $\cdot$ min<sup>-1</sup>; 气化室温度 280 $^{\circ}$ C; 柱程序升温从 70 $^{\circ}$ C 开始, 保持 2 min, 然后以 10 $^{\circ}$ C $\cdot$ min<sup>-1</sup> 的速度升至 255 $^{\circ}$ C 并保持 25 min, 再以 10 $^{\circ}$ C $\cdot$ min<sup>-1</sup> 的速度升至 270 $^{\circ}$ C 并保持 5 min。

**1.3.2 质谱条件** 5973N 型质谱仪(美国安捷伦公司 Agilen)。EI 离子源(电子轰击源), 电离电压为 70 eV, 离子源温度为 230 $^{\circ}$ C; 相对分子质量扫描范围 m $\cdot$ z<sup>-1</sup> (30~550) AMU; 进样量 1.0 $\mu$ L, 分流比 50:1, 扫描周期 1 s。

采用峰面积归一化法计算挥发油中各成分的含量, 相应的质谱图经计算机检索并结合文献资料<sup>[4]</sup>进行成分鉴定。

**1.4 抗菌活性测定** 挥发油稀释液的配制: 挥发油用 DMF 稀释, 采用二倍倍比浓度稀释法, 使其系列浓度为 80, 40, 20, 10, 5 mg $\cdot$ mL<sup>-1</sup>。

菌液的配置<sup>[5]</sup>: 将供试菌株分别接种到牛肉膏蛋白胨培养基斜面上进行活化, 37 $^{\circ}$ C 培养 24 h 后移入液体 NB 培养基中。于 37 $^{\circ}$ C 250 r $\cdot$ min<sup>-1</sup>, 振荡培养 12 h 后, 将菌液梯度稀释成适宜浓度的菌悬液(细胞密度 106 $\cdot$ mL<sup>-1</sup>), 备用。

A 值测定: 采用肉汤稀释法<sup>[6]</sup>, 在 5 mL 培养小

瓶中加入 3 mL 培养基(抑制红酵母实验用 PD 培养基, 其余均用肉汤 NB 培养基), 灭菌后在超净工作台上分别取上述系列梯度挥发油稀释液 30  $\mu$ L 加入到培养瓶中, 再加入 30  $\mu$ L 菌液, 使培养瓶中挥发油的系列浓度为 800, 400, 200, 100, 50  $\mu$ g $\cdot$ mL<sup>-1</sup>。将各培养瓶置于恒温振荡器进行培养, 37 $^{\circ}$ C (红酵母 28 $^{\circ}$ C), 120 r $\cdot$ min<sup>-1</sup>, 并以加菌液不加挥发油做对照。培养 48 h 后在酶标仪 660 nm 下测吸光度 A 值。设三个重复, 结果取平均值。根据测得的吸光度值按下式计算抑制率:

抑制率 = (1 - 实验组吸光度值/对照组吸光度值)  $\times$  100%。

**1.5 细胞毒活性测定**<sup>[7]</sup> 细胞培养: 胃癌细胞株 SGC-7901 细胞培养用 RPMI1640 培养基, 含 100 U $\cdot$ mL<sup>-1</sup> 青霉素和 100 U $\cdot$ mL<sup>-1</sup> 链霉素及 10% 已灭活的胎牛血清, 用 1 mol $\cdot$ L<sup>-1</sup> HCl 溶液调定 pH 值为 7.2, 在 5% CO<sub>2</sub> 37 $^{\circ}$ C 培养箱中培养, 实验用细胞均处于对数生长期。

MTT 法测定: 细胞以 8  $\times$  10<sup>4</sup> 个 $\cdot$ 孔<sup>-1</sup> 的浓度接种于 96 孔培养板中, 在 5% CO<sub>2</sub> 37 $^{\circ}$ C 培养箱中培养 24 h, 加入挥发油浓度为 (100  $\mu$ g $\cdot$ mL<sup>-1</sup>), 继续培养 48 h, 弃去溶液, 用 200  $\mu$ g 基本培养基洗 1 次, 每孔加入 50  $\mu$ L 37 $^{\circ}$ C 的 MTT (2 mg $\cdot$ mL<sup>-1</sup>), 弃去培养基, 用 PBS 洗 1 次, 每孔加 20  $\mu$ L DMSO, 加入不含细胞的培养基的孔做空白值, 加细胞液不加药的孔做对照值, 在平板摇床上摇动 30 min, 在酶标仪 490 nm 下读板。设 3 个重复, 结果取平均值。根据测得的吸光度值按下式计算抑制率:

抑制率 = (1 - 实验组吸光度值/对照组吸光度值)  $\times$  100%。

## 2 结果与分析

**2.1 挥发油成分及相对含量** 对栝楼子挥发油 GC-MS 分析, 得总离子色谱图(见图 1), 化学成分分析表(见表 1)。从挥发油分离的化合物中, 鉴定出其中 42 种, 占色谱总馏出峰面积的 79.434%。

**2.2 挥发油的抑菌活性** 栝楼子挥发油对金黄色葡萄球菌、大肠杆菌、枯草杆菌及红酵母的抑制结果见表 2。由表 2 可见, 栝楼籽挥发油对枯草杆菌几乎无抑制作用; 对红酵母生长抑制作用很强, 浓度为 50  $\mu$ g $\cdot$ mL<sup>-1</sup>, 抑制率达到 48.66%, 随着浓度增大, 抑制作用加强, 在 800  $\mu$ g $\cdot$ mL<sup>-1</sup> 时抑制率达到 90.91%; 对金黄色葡萄球菌、大肠杆菌一定的抑制作用, 浓度

表 1 栝楼子挥发油化学成分及其百分含量

Table 1 Chemical constituents of volatile oil from seeds of *T. Trichosanthes kirilowii* Maxim.

序号	保留时间	分子式	挥发油成分	相对含量%
1	3.452	C <sub>4</sub> H <sub>8</sub> O <sub>2</sub>	(3-甲基-2-环氧乙基)-甲醇 (3-Methyl-oxiran-2-yl)-methanol	0.295
2	3.529	C <sub>6</sub> H <sub>12</sub> O <sub>2</sub>	异丙基缩水甘油醚 Isopropyl glycidyl ether	0.258
3	3.790	C <sub>7</sub> H <sub>6</sub> O	安息香醛 Benzaldehyde	0.323
4	3.974	C <sub>8</sub> H <sub>14</sub> O	6-甲基-5-庚烯-2-酮 6-Methyl-5-heptene-2-one	0.283
5	4.045	C <sub>12</sub> H <sub>26</sub>	2,2,4,6,6-五甲基庚烷 2,2,4,6,6-Pentamethylheptane	0.393
6	4.721	C <sub>8</sub> H <sub>8</sub> O	苯乙醛 Phenyl acetaldehyde	1.979
7	4.810	C <sub>4</sub> H <sub>10</sub> O <sub>4</sub>	赤藻糖醇 Erythritol	0.894
8	5.533	C <sub>3</sub> H <sub>8</sub> O <sub>3</sub>	甘油 1,2,3-Propanetriol	1.202
9	6.636	C <sub>9</sub> H <sub>14</sub> O	2-烯-9-羟基双环[3.3.1]壬烷 syn-9-Hydroxybicyclo[3.3.1]Non-2-ene	0.448
10	6.915	C <sub>9</sub> H <sub>14</sub> O	(E,E)-2,4-壬二烯醛 2,4-trans,trans-Nonadienal	0.496
11	8.302	C <sub>10</sub> H <sub>16</sub> O	2,4-癸二烯醛 2,4-Decadienal	0.171
12	8.391	C <sub>8</sub> H <sub>14</sub> O <sub>4</sub>	丁二酸二乙酯 Diethyl succinate	0.417
13	9.221	C <sub>13</sub> H <sub>18</sub> O	大马烯酮 Damascenone	0.207
14	9.672	C <sub>9</sub> H <sub>16</sub> O <sub>4</sub>	戊二酸二乙酯 Ethyl glutarate	3.098
15	10.016	C <sub>13</sub> H <sub>22</sub> O	香叶基丙酮 Geranyl acetone	0.459
16	10.282	C <sub>12</sub> H <sub>22</sub> O <sub>4</sub>	丁二酸二异丁酯 Diisobutyl succinate	0.897
17	10.887	C <sub>12</sub> H <sub>22</sub> O	环十二酮 Cyclododecanone	1.084
18	10.988	C <sub>10</sub> H <sub>18</sub> O <sub>4</sub>	己二酸二乙酯 Diethyl adipate	7.595
19	11.498	C <sub>13</sub> H <sub>24</sub> O <sub>4</sub>	戊二酸二丁酯 Glutaric acid, dibutyl ester	3.420
20	11.735	C <sub>16</sub> H <sub>30</sub> O	顺-7-十六碳醛 (Z)-7-Hexadecenal	0.343

续表 1

序号	保留时间	分子式	挥发油成分	相对含量%
21	12. 049	C <sub>13</sub> H <sub>20</sub> O <sub>2</sub>	4, 6, 10, 10-四甲基-2-烯-7-醇-5-氧杂三环[4. 4. 0. 0(1, 4)] 葵烷 4, 6, 10, 10-Tetramethyl-5-oxatricyclo[4. 4. 0. 0(1, 4)] dec-2-en-7-ol	0. 480
22	12. 725	C <sub>14</sub> H <sub>26</sub> O <sub>4</sub>	己二酸异丁酯 Hexanedioic acid, diisobutyl ester	5. 723
23	12. 873	C <sub>15</sub> H <sub>26</sub> O <sub>2</sub>	异戊酸香叶酯 Geranyl isovalerate	0. 353
24	13. 182	C <sub>18</sub> H <sub>34</sub> O <sub>2</sub>	油酸 Oleic Acid	0. 520
25	13. 324	C <sub>15</sub> H <sub>18</sub>	1, 6-二甲基-4-异丙基萘 4-Isopropyl-1, 6-dimethylnaphthalene	1. 039
26	13. 496	C <sub>22</sub> H <sub>42</sub> O	顺-5-二十一烯-11-酮 Z-5-Methyl-6-heneicosen-11-one	0. 237
27	14. 012	C <sub>37</sub> H <sub>76</sub> O	1-三十七烷醇 1-Heptatriacotanol	0. 709
28	14. 510	C <sub>15</sub> H <sub>14</sub>	1-甲基-9, 10-二氢苯 1-Methyl-9, 10-dihydrophenanthrene	0. 211
29	14. 765	C <sub>20</sub> H <sub>30</sub> O <sub>4</sub>	邻苯二甲酸丁酯 Butyl octyl phthalate	0. 681
30	15. 245	C <sub>20</sub> H <sub>34</sub> O	2, 4, 7, 14-四甲基-4-乙烯基三环[5. 4. 3. 0(1, 8)] 十四烷-6-醇 2, 4, 7, 14-Tetramethyl-4-vinyltricyclo[5. 4. 3. 0(1, 8)] tetradecan-6-ol	1. 086
31	15. 340	C <sub>15</sub> H <sub>24</sub> O <sub>2</sub>	1, 8-二甲基-4-异丙基-8, 9-环氧螺[4. 5] 葵烷-7-酮 1, 8-dimethyl-8, 9-epoxy-4-isopropyl-Spiro[4. 5] decan-7-one	0. 316
32	15. 642	C <sub>16</sub> H <sub>32</sub> O <sub>2</sub>	棕榈酸 Hexadecanoic acid	8. 877
33	15. 713	C <sub>16</sub> H <sub>22</sub> O <sub>4</sub>	邻苯二甲酸二丁酯 Phthalic acid, dibutyl ester	11. 252
34	15. 974	C <sub>17</sub> H <sub>32</sub> O <sub>2</sub>	乙酸-7-甲基-Z-十四碳烯-1-酯 7-Methyl-Z-tetradecen-1-ol acetate	1. 109
35	16. 603	C <sub>16</sub> H <sub>14</sub>	1, 3-二苯-3-甲基环丙烷 1, 3-Diphenyl-3-methylcyclopropene	0. 795
36	16. 952	C <sub>18</sub> H <sub>22</sub> O <sub>3</sub>	2-金刚烷基-间甲氧基苯甲酸酯 m-Anisic acid, 2-adamantyl ester	15. 073
37	17. 284	C <sub>15</sub> H <sub>20</sub> O <sub>5</sub>	倍半萜内酯 A Psilostachyin A	0. 895
38	17. 385	C <sub>26</sub> H <sub>44</sub> O <sub>5</sub>	乙基胆酯 Ethyl isovalloholate	1. 112
39	17. 919	C <sub>16</sub> H <sub>26</sub> O <sub>3</sub>	3-十二烯基-2, 5-呋喃二酮 3-dodecenyl-2, 5-Furandione,	0. 535
40	18. 144	C <sub>19</sub> H <sub>38</sub> O <sub>3</sub>	甲基-4-羟基硬脂酸 Methyl-4-hydroxyoctadecanoate	0. 294
41	19. 81	C <sub>27</sub> H <sub>56</sub>	二十七烷 Heptacosane	2. 957
42	21. 251	C <sub>22</sub> H <sub>22</sub> O	2, 4-二(1-苯乙基) 苯酚 2, 4-Bis(1-phenylethyl) phenol	0. 918

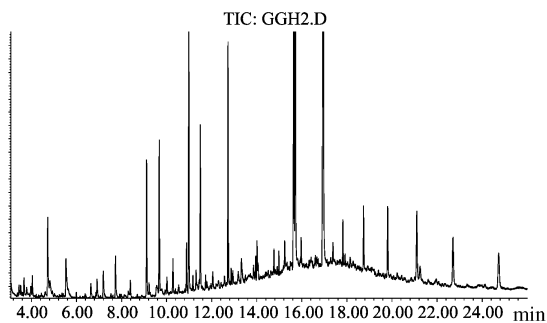


图 1 栝楼挥发油的总离子流图

Fig. 1 The total ion current diagram of the volatile oil from seeds of *Trichosanthes kirilowii* Maxim.

表 2 栝楼子挥发油的抑菌活性

Table 2 The antibacterial activity of volatile oil from the seeds of *Trichosanthes kirilowii* Maxim.

菌株	抑制率(%)				
	50 $\mu\text{g}\cdot\text{mL}^{-1}$	100 $\mu\text{g}\cdot\text{mL}^{-1}$	200 $\mu\text{g}\cdot\text{mL}^{-1}$	400 $\mu\text{g}\cdot\text{mL}^{-1}$	800 $\mu\text{g}\cdot\text{mL}^{-1}$
枯草杆菌	- 8.31 $\pm$ 3.54	- 17.06 $\pm$ 1.93	- 7.45 $\pm$ 2.19	10.88 $\pm$ 6.31	15.84 $\pm$ 2.23
金黄色葡萄球菌	- 14.34 $\pm$ 1.13	- 3.10 $\pm$ 1.96	10.73 $\pm$ 6.53	69.11 $\pm$ 5.35	79.35 $\pm$ 3.90
大肠杆菌	7.28 $\pm$ 5.25	10.64 $\pm$ 3.85	26.55 $\pm$ 2.55	64.12 $\pm$ 2.66	83.23 $\pm$ 6.53
红酵母菌	48.66 $\pm$ 3.26	46.25 $\pm$ 5.85	80.12 $\pm$ 2.61	85.24 $\pm$ 7.39	90.91 $\pm$ 5.52

为 800  $\mu\text{g}\cdot\text{mL}^{-1}$ , 抑制率分别为 79.35%, 83.23%, 在 400  $\mu\text{g}\cdot\text{mL}^{-1}$  以下, 抑制作用弱。

**2.3 挥发油的细胞毒活性** 栝楼子挥发油的细胞毒活性测定结果见表 3。结果表明, 栝楼籽挥发油对胃癌细胞 SGC-7901 有较强的细胞毒活性, 当浓度为 50  $\mu\text{g}\cdot\text{mL}^{-1}$  时, 抑制率达到 86.13%, 当浓度为 100  $\mu\text{g}\cdot\text{mL}^{-1}$  时, 抑制率达到 100.00%。因此, 栝楼籽挥发油抗胃癌细胞株 SGC-790 细胞的浓度最好是在 50  $\mu\text{g}\cdot\text{mL}^{-1}$  以上, 最佳浓度为 100  $\mu\text{g}\cdot\text{mL}^{-1}$ 。

表 3 栝楼子挥发油的对胃癌细胞株 SGC-790 细胞的抑制率

Table 3 The inhibiting rate of volatile oil seeds of *Trichosanthes kirilowii* Maxim. against SGC-7901

挥发油( $\mu\text{g}\cdot\text{mL}^{-1}$ )	抑制率(%)
6.25	9.35 $\pm$ 3.52
12.5	14.94 $\pm$ 1.65
25	62.64 $\pm$ 4.69
50	86.13 $\pm$ 8.67
100	100.00 $\pm$ 9.12

### 3 讨论

通过研究发现栝楼籽挥发油的主要成分有 2-金刚烷基-间甲氧基苯甲酸酯(15.073%)、邻苯二甲酸二丁酯(11.252%)、棕榈酸(8.877%)、己二酸二乙酯

(7.595%)、己二酸异丁酯(5.723%)等化合物。通过对鉴定的化合物进行归类分析, 初步认为栝楼籽挥发油由酯、酸、醛、酮、芳香族、烷类等化合物组成, 主要组分为二元低级酯与芳香酯。从栝楼籽挥发油的抑菌活性可以看出, 其对丝状真菌红酵母有很强的抑制作用; 对金黄色葡萄球菌、大肠杆菌也有较强的抑制作用。从体外毒细胞实验可以看出, 具有栝楼籽挥发油显著的细胞毒活性。

其中所含的有些化合物具有较大的工业及药用价值。棕榈酸是一种与动脉硬化和肥胖有关的饱和性脂肪酸, 与降低血清胆固醇、抑制血小板聚集的药理作用<sup>[8]</sup>是密切相关的, 还可用于表面活性剂制备及涂料、化妆品制造。邻苯二甲酸二丁酯是纤维素树脂和聚氯乙烯的主增塑剂, 特别适用于硝酸纤维素涂料, 具有优良的溶解性、分散性、黏着性, 漆膜的柔软性和稳定性皆佳。程智慧, 佟飞等初步认为邻苯二甲酸二丁酯等有机酯类的抑菌性<sup>[9]</sup>, 还有报道指出邻苯二甲酸二丁酯(DBP)在体外对肺巨细胞癌细胞(PG)和人早幼粒白血病细胞(HL-60)的增殖有明显的抑制作用<sup>[10]</sup>。阴健等瓜蒌煎剂在体外, 对大肠杆菌、痢疾杆菌等 G-菌有抑制作用, 对溶血性链球菌、肺炎球菌、等也有一定的抑制作用<sup>[11]</sup>。秦林利用瓜蒌煎剂在体外对直接抑制子宫颈癌细胞生长, 并呈浓度依赖性<sup>[12]</sup>。从挥发油的生物活性来看, 正好验证了栝楼的细胞毒活性和抗病源微生物活性, 可能与其中所含的邻苯二甲酸二丁酯有关, 也可能与其中含有多种有效生物活性成分或具有协同作用的成分有关。

本文首次分析研究栝楼籽挥发油的成分与生物活性, 对进一步完善栝楼的药理学作用有一定的参考价值。其抗细胞毒性与抑菌活性的机理有待进一步的研究, 以便更好地开发栝楼这一宝贵的植物资源。

### [参考文献]

[1] 贝伟剑. 瓜蒌薤白汤药理研究概况[J]. 广西中医药, 1986, 9(3): 38.  
 [2] 国家药典委员会. 中华人民共和国药典[S]. 北京: 化学工业出版社, 2005: 35.  
 [3] 高甜惠, 李晓储, 何冬宁, 等. 云南拟单性木兰挥发物质及其抗肿瘤和抑菌活性初步研究[J]. 中国野生植物资源, 2006, 25(4): 44-46.  
 [4] 丛蒲珠. 质谱在天然有机化学中的应用[M]. 北京: 科学出版社, 1987: 230-232.

- [ 5 ] 操景景,陈凤美,龚玉霞.深山含笑叶片的挥发油成分及生物回活性研究[J].中国植物资源与环境学报,2007,16(3):27-30.
- [ 6 ] JAMES H, HINDER J. Methods for antimicrobial dilution and disk susceptibility testing of infrequently isolated or Fastidious Bacteria[J]. Clin Lab Standards Inst, 2007, 26(19): 24-25.
- [ 7 ] 陈凤美,李晓储,杨守辉,等.大叶冬青叶抗肿瘤活性初步研究[J].林业科技开发,2007,21(5):30-31.
- [ 8 ] 巢志茂,刘静明.湖北栝楼皮挥发油的化学成分研究[J].中国药物杂志,1996,31(3):141.
- [ 9 ] 程智慧,佟飞,金瑞.大蒜秸秆水浸液的抑菌作用和抑菌成分初步分析[J].西北植物学报,2008,28(2):0324-0330.
- [ 10 ] 张金红,徐畅,张凤川,等.邻苯二甲酸二丁酯(DBP)诱导肿瘤细胞凋亡机制的初步研究[J].南开大学学报(自然科学版),2001,15(1):14-15.
- [ 11 ] 阴健,郭力弓.中药现代研究与临床应用[M].(1)北京:学苑出版社,1993:260.
- [ 12 ] 秦林,高伟良.瓜蒌对子宫颈癌细胞和巨噬细胞的影响[J].山东中医学院学报,1995,19(6):414.