

# 苦瓜子非皂苷类成分研究

余爱花<sup>1,2</sup>, 吉腾飞<sup>1\*</sup>, 苏亚伦<sup>1</sup>, 刘华<sup>2\*</sup>

(1. 天然药物活性物质与功能国家重点实验室, 中国医学科学院 & 北京协和医学院  
药物研究所, 北京 100050; 2. 江西中医学院药学院, 南昌 330004)

**[摘要]** 目的:研究苦瓜 *Momordica charantia* 子中的化学成分。方法:利用各种色谱方法进行分离纯化,根据理化性质和 NMR, MS 等波谱技术鉴定化合物的结构。结果:从苦瓜子乙醇提取物中分离鉴定了 10 个化合物,包括 5 个生物碱,2 个异戊二烯,2 个木脂素,1 个胆甾醇,分别为 24 $\beta$ -乙基-5 $\alpha$ -胆甾-7-反式-22E, 25(27)-三烯-3 $\beta$ -羟基-3-O- $\beta$ -D-吡喃葡萄糖苷(1), 1-甲基-1,2,3,4-四氢- $\beta$ -咪啉-3-羧酸 (MTCA) (2), 烟酰胺 (3), 尿嘧啶 (uracil, 4), (6S, 7E, 9S)-6, 9, 10-trihydroxy-4, 7-megastigmadien-3-one (5), 表松脂酚-4,4'-二-O- $\beta$ -D-吡喃吡喃葡萄糖苷(6), lectin (7), 长寿花糖苷(8), 蚕豆苷(9), 6-(2,3-二羟基-4-羟甲基-四氢咪喃)-环戊烯[c]吡咯-1,3-二醇(10)。结论:化合物 2,3,5,6,7,9,10 均为首次从苦瓜子中分离得到。

**[关键词]** 苦瓜子; 化学成分; 生物碱; 木脂素; 异戊二烯

**[中图分类号]** R284.1 **[文献标识码]** A **[文章编号]** 1005-9903(2013)22-0088-04

**[doi]** 10.11653/syjf2013220088

## Chemical Constituents of Seed of *Momordica charantia*

YU Ai-hua<sup>1,2</sup>, JI Teng-fei<sup>1\*</sup>, SU Ya-lun<sup>1</sup>, LIU Hua<sup>2\*</sup>

(1. State Key Laboratory of Bioactive Substance and Function of Natural Medicines, Institute of Materia Medica, Chinese Academy of Medical Sciences and Peking Union Medical College, Beijing 100050, China;  
2. Jiangxi University of Traditional Chinese Medicine, Nanchang 330004, China)

**[Abstract]** **Objective:** To study the chemical constituents from the seeds of *Momordica charantia*. **Method:** The compounds were separated and purified from the title by using a various chromatographic techniques including column chromatography over silica gel, ODS and preparative HPLC. Their structures were elucidated by spectroscopic techniques including <sup>1</sup>H-NMR, <sup>13</sup>C-NMR, 2D-NMR, ESI-MS and HRESI-MS. **Result:** Ten

**[收稿日期]** 20130426(017)

**[基金项目]** 科技部“十一五”支撑项目(2008AI55B02); 国家科技攻关计划项目(2009ZX09311-004)

**[第一作者]** 余爱花,在读硕士,从事天然药物化学研究, Tel:18810714594, E-mail:501392671@qq.com

**[通讯作者]** \* 吉腾飞,副研究员,硕士生导师, Tel:010-60212117, E-mail:jitf@imm.ac.cn;

\* 刘华,副教授,硕士生导师, Tel:13870970900, E-mail:winner616@163.com

[11] Anupam S, Ajay K S, Nand K M. Correlation of the mutual viscosity and the NMR spin-lattice relaxation time in several substituted benzoic acids [J]. Bull Chem Soc Jpn, 2004, 77(4):661.

[12] Yonghong Dend, Snyder J K. Preparation of a 24-Nor-1, 4-dien-3-one triterpene derivative from betulin: A new route to 24-nortriterpene analogues, deng, yonghong [J]. J Org Chem, 2002, 67(9):2864.

[13] Wu Tian Shung, Leu Yann Lii, Chan Yu Yi.

Aristolochic acids as a defensive substance for the aristolochiaceae plant-feeding swallowtail butterfly, *Pachliopta aristolochiae interpositus* [J]. J Chin Chem Soc, 2000, 47(1):221.

[14] 王峰, 方振峰. 安息香化学成分研究[J]. 中国实验方剂学杂志, 2012, 18(17):89.

[15] 黄钟碧, 张前军, 康文艺, 等. 假地豆的化学成分[J]. 中国实验方剂学杂志, 2010, 16(17):93.

[责任编辑 邹晓翠]

compounds were isolated from this plant and their structures were identified as 24 $\beta$ -ethyl-5 $\alpha$ -cholest-7, anti-22E, 25 (27) -triolefin-3 $\beta$ -hyd-roxy-3-*O*- $\beta$ -*D*-glucopyranoside (**1**), 1-methyl-1, 2, 3, 4-tetrahydro- $\beta$ -carboline-3-carboxylic acid (MT CA) (**2**), nicotinamide (**3**), uracil (**4**), (6*S*, 7*E*, 9*S*)-6, 9, 10-trihydroxy-4, 7-megastigmadien-3-one (**5**), epipinoresinol-4, 4'-di-*O*-*D*-glucopyranoside (**6**), lectin (**7**), (6*R*, 9*S*) roseoside (**8**), vicine (**9**), 6-(2, 3-dihydroxyl-4-hydromethyl-tetrahydro-furan-1-yl)-cyclopentene [c] pyrrole-1, 3-diol (**10**). **Conclusion**: The compounds **2**, **3**, **5**, **6**, **7**, **9**, **10** were isolated from the seed of *M. charantia* for the first time.

[**Key words**] *Momordica charantia* seed; chemical constituents; lignan; alkaloid; isoprene

苦瓜为葫芦科苦瓜属植物,为一年生的攀岩草本植物,全球各地几乎都有栽培,以嫩果和成熟果供食,根、茎、叶、花、果实及种子均可作药用。苦瓜性苦味寒,具有清热解毒、滋养强壮、降低血糖等功效<sup>[1]</sup>,最近研究表明苦瓜的降糖作用跟改善胰岛素抵抗,抑制蛋白糖化终末产物的生成有关<sup>[2]</sup>。苦瓜降血糖作用的活性成分主要是葫芦烷型三萜皂苷。苦瓜子系苦瓜的种子,国内外少有苦瓜子研究的文献报道。为明确苦瓜子有效成分,作者对其进行了深入系统的化学研究。此次报道从中分离并鉴定了10个化合物,其中化合物**1**为甾醇类化合物,化合物**2,3,4,9,10**为生物碱类化合物,**5,8**为异戊二烯类化合物,**6,7**为木脂素类化合物。化合物**2,3,5,6,7,9,10**为首次从苦瓜子中分离到。

## 1 材料

Agilent 1100 系列 LC/MSD Trap-SP 型质谱仪, Vairan Inova-500 型核磁共振波谱仪, 岛津 SPD-20AD 型高效液相色谱仪, Agilent 1200 型高效液相色谱仪。反相中压(borosilicat3.3 code no 1780), 硅胶 H(青岛海洋化工有限公司)和 200~300 目正相硅胶(青岛海洋化工有限公司), Rp C<sub>18</sub>(日本 YMC 公司), 色谱级甲醇(百灵威化学技术有限公司), 色谱级乙腈(百灵威化学技术有限公司)。实验室所用其他试剂均为分析纯。

苦瓜子于 2007 年 10 月购于安徽亳州,由中国医学科学院、北京协和医学院药物研究所马林副研究员鉴定为葫芦科苦瓜属植物苦瓜 *Momordica charantia* L 的种子,标本存放于中国医学科学院 & 北京协和医学院药物研究所标本室。

## 2 提取与分离

取脱脂后的苦瓜种子 15.0 kg, 95% 乙醇回流提取 3 次, 提取液回收乙醇后得纯提取物 1.6 kg。依次用石油醚, 乙酸乙酯, 正丁醇各萃取 5 次, 得乙酸乙酯部位浸膏 186.8 g, 正丁醇部位浸膏 174.8 g。乙酸乙酯部位经真空柱色谱收集了 20 个组分, 将第 7 组分

进行常压硅胶柱分离(洗脱系统: 氯仿-甲醇, 氯仿-甲醇-水), 其中流份 Fr36~37 经重结晶, 得到化合物 **1** (210.0 mg)。正丁醇部位经真空柱色谱收集了 14 个组分, 将第 6, 7 组分合并, 进行常压硅胶柱分离(洗脱系统: 氯仿-甲醇, 氯仿-甲醇-水), 其中流份 Fr17~22 经 HPLC(16% 乙腈)分离纯化得到化合物 **2** (6.0 mg), 化合物 **3** (4.0 mg), 化合物 **4** (3.0 mg), 化合物 **5** (5.0 mg); 流份 Fr23~29 经 HPLC(25% 乙腈)分离纯化得到化合物 **6** (40.0 mg); 流份 Fr50~54 经 HPLC(60% 甲醇)分离纯化得到化合物 **7** (15.0 mg), 化合物 **8** (8.0 mg)。将正丁醇部位经真空柱色谱后的第 9 组分进行中压柱分离(洗脱系统: 甲醇-水为 10%, 30%, 50%, 70%, 纯甲醇), 其中 50% 流份经 HPLC(洗脱系统为乙腈和水)分离纯化得到化合物 **9** (30.0 mg), 化合物 **10** (11.0 mg)。

## 3 结构鉴定

化合物 **1** 白色针状结晶。(+) -ESI: 597 [M + Na]<sup>+</sup>。<sup>1</sup>H-NMR (500 MHz, pydine-*d*<sub>5</sub>)  $\delta$ : 3.58 (1H, m, H-3), 5.20 (1H, m, H-7), 0.56 (3H, s, H-18), 0.71 (1H, s, H-19), 1.03 (3H, d, *J* = 8.5, H-21), 5.29 (1H, dd, H-22/23), 1.58 (3H, s, H-26), 4.82 (2H, d, *J* = 12.5, H-27), 0.79 (3H, t, H-29), 4.28 (1H, d, *J* = 8.0 Hz, H-1')。<sup>13</sup>C-NMR (125 MHz, pydine-*d*<sub>5</sub>)  $\delta$ : 25.8 (C-1), 29.9 (C-2), 77.2 (C-3), 34.1 (C-4), 40.3 (C-5), 28.3 (C-6), 123.9 (C-7), 139.8 (C-8), 49.7 (C-9), 34.1 (C-10), 21.3 (C-11), 39.8 (C-12), 43.6 (C-13), 55.4 (C-14), 23.5 (C-15), 32.3 (C-16), 56.1 (C-17), 12.4 (C-18), 13.2 (C-19), 40.3 (C-20), 21.8 (C-21), 138.8 (C-22), 135.9 (C-23), 52.5 (C-24), 148.8 (C-25), 20.5 (C-26), 110.4 (C-27), 25.8 (C-28), 12.2 (C-29), 102.4 (C-1'), 75.5 (C-2'), 78.8 (C-3'), 71.9 (C-4'), 78.7 (C-5'), 63.1 (C-6')。以上数据与文献[3]报道一致, 故鉴定为 24 $\beta$ -

乙基-5 $\alpha$ -胆甾-7,反式-22E,25(27)-三烯-3 $\beta$ -羟基-3-O- $\beta$ -D-吡喃葡萄糖苷。

化合物 2 白色粉末。HR-ESI:231.112 6 [M + H]<sup>+</sup> (Calc: 231.112 8), 分子式: C<sub>13</sub>H<sub>14</sub>N<sub>2</sub>O<sub>2</sub>。<sup>1</sup>H-NMR (500 MHz, DMSO-*d*<sub>6</sub>)  $\delta$ : 1.60 (3H, d, *J* = 5.0 Hz, H-10), 2.75 (1H, t, *J* = 7.0, 15.5 Hz, H-4), 3.13 (1H, d, *J* = 10.5 Hz, H-4), 3.58 (1H, s, H-3), 4.71 (1H, s, H-1), 6.97 (1H, t, *J* = 7.5 Hz, H-6), 7.06 (1H, t, *J* = 8.0 Hz, H-7), 7.31 (1H, d, *J* = 7.5 Hz, H-8), 7.42 (1H, d, *J* = 7.5 Hz, H-5)。<sup>13</sup>C-NMR (125 MHz, DMSO-*d*<sub>6</sub>)  $\delta$ : 49.1 (C-1), 57.8 (C-3), 23.6 (C-4), 106.9 (C-4 $\alpha$ ), 126.3 (C-4b), 118.0 (C-5), 118.9 (C-6), 121.3 (C-7), 112.2 (C-8), 136.4 (C-8 $\alpha$ ), 120.4 (C-9 $\alpha$ ), 17.4 (C-10), 171.7 (C-11)。以上数据与文献[4]报道一致,故鉴定为 1-甲基-1,2,3,4-四氢- $\beta$ -咪啉-3-羧酸。

化合物 3 白色粉末。(+) -ESI: 123 [M + H]<sup>+</sup>。<sup>1</sup>H-NMR (500 MHz, DMSO-*d*<sub>6</sub>)  $\delta$ : 9.02 (1H, s, H-2), 8.68 (1H, dd, *J* = 1.5, 1.0 Hz, H-6), 8.20 ~ 8.18 (1H, dt, *J* = 2.0, 8.0 Hz, H-5), 8.14 (1H, brs, N-H), 7.58 (1H, brs, N-H), 7.48 (1H, dd, *J* = 4.5, 5.0 Hz, H-4)。<sup>13</sup>C-NMR (125 MHz, DMSO-*d*<sub>6</sub>)  $\delta$ : 166.5 (C-7), 152.0 (C-2), 148.8 (C-6), 135.2 (C-4), 129.8 (C-3), 123.5 (C-5)。以上数据与文献[5]报道一致,故鉴定为烟酰胺。

化合物 4 白色粉末。(+) -ESI: 113 [M + H]<sup>+</sup>。<sup>1</sup>H-NMR (500 MHz, DMSO-*d*<sub>6</sub>)  $\delta$ : 11.0 (1H, s, N-H), 10.8 (1H, s, N-H);  $\delta$ : 7.37 (1H, *J* = 8.0 Hz), 5.43 (1H, dd, *J* = 1.5, *J* = 1.0 Hz) 为 2 个烯氢信号。<sup>13</sup>C-NMR (125 MHz, DMSO-*d*<sub>6</sub>)  $\delta$ : 164.4, 151.2 为 2 个羰基碳信号;  $\delta$ : 142.3, 100.3 为 2 个烯碳信号。以上数据与文献[6]报道一致,故鉴定为尿嘧啶。

化合物 5 黄色油状液体。HR-ESI: 263.123 3 [M + Na]<sup>+</sup> (Calc: 263.125 4), 分子式为 C<sub>13</sub>H<sub>20</sub>O<sub>4</sub>。<sup>1</sup>H-NMR (500 MHz, DMSO-*d*<sub>6</sub>)  $\delta$ : 2.36 (1H, d, *J* = 17.0 Hz, H-2a), 2.03 (1H, d, *J* = 17.0 Hz, H-2b), 5.77 (3H, s, H-4), 5.62 (1H, d, *J* = 4.5 Hz, H-7), 5.71 (1H, s, H-8), 3.99 (1H, m, H-9a), 4.45 (1H, m, H-9b), 3.21 (1H, m, H-10), 0.92 (3H, s, H-11), 0.90 (3H, s, H-12), 1.79 (3H, s, H-13)。<sup>13</sup>C-NMR (125 MHz, DMSO-*d*<sub>6</sub>)  $\delta$ : 41.0 (C-1), 49.5 (C-2), 197.5 (C-3), 125.6 (C-4), 164.0 (C-5), 78.1 (C-6), 131.9 (C-7), 130.1

(C-8), 71.9 (C-9), 66.2 (C-10), 23.1 (C-11), 24.0 (C-12), 19.1 (C-13)。以上数据与文献[7]报道一致,故鉴定为 (6*S*, 7*E*, 9*S*)-6,9,10-trihydroxy-4,7-megastigmadien-3-one。

化合物 6 白色粉末。HR-ESI: 705.237 0 [M + Na]<sup>+</sup> (calc: 705.236 5)。分子式为 C<sub>32</sub>H<sub>42</sub>O<sub>16</sub>。<sup>1</sup>H-NMR (500 MHz, methol-*d*<sub>4</sub>)  $\delta$ : 7.10 (1H, d, *J* = 5.0 Hz, H-3), 7.00 (1H, d, *J* = 2.0 Hz, H-6), 6.87 (1H, dd, *J* = 5.0, 2.0 Hz, H-1), 7.08 (1H, d, *J* = 5.0 Hz, H-3'), 6.97 (1H, d, *J* = 1.5 Hz, H-6'), 6.85 (1H, d, *J* = 5.0, 1.5 Hz, H-1') 为两组苯环上的 ABX 系统信号;  $\delta$ : 3.82 (3H, s), 3.81 (3H, s) 为两个甲氧基氢信号。<sup>13</sup>C-NMR (125 MHz, Methol-*d*<sub>4</sub>)  $\delta$ : 151.3, 150.9, 147.9, 147.3, 137.8, 135.1, 120.6, 119.7, 118.3, 118.0, 111.9, 111.6 为 12 对芳香碳信号;  $\delta$ : 103.1 (2C) 为两个端基糖碳信号;  $\delta$ : 71.0 (C-9), 72.4 (C-9'), 51.5 (C-8), 57.0 (C-8'), 83.5 (C-7), 89.3 (C-7') 为双四氢咪喃类木脂素的特征碳。在 HMBC 中可见 H-3 (7.10) 与 C-1 (135.1), C-3 (150.9), C-4 (147.3) 相关; H-3' (7.08) 与 C-1' (137.8), C-3' (147.9), C-4' (151.3) 相关; H-6 (7.00) 与 C-7 (83.5), C-6 (119.7), C-1 (135.1), C-4 (147.3), C-3 (150.9) 相关; H-6 (6.97) 与 C-7' (89.3), C-2' (120.2), C-1' (137.8), C-4' (147.9), C-3' (151.3) 相关; H-7 (4.83) 与 C-2 (111.6), C-6 (119.7), C-1 (135.1), C-8 (71.0) 相关; C-7' (4.42) 与 C-2' (111.9), C-6' (120.2), C-1' (137.8), C-8' (72.4) 相关。综合 NMR 信息可以确定该化合物的结构与文献[8]报道基本一致,故鉴定为 epipinoresinol-4,4'-di-*O*-D-glucopyranoside。

化合物 7 白色粉末。(+) -ESI: 545 [M + Na]<sup>+</sup>。<sup>1</sup>H-NMR (500 MHz, DMSO-*d*<sub>6</sub>)  $\delta$ : 8.71 (1H, s) 为一个酚羟基氢质子信号;  $\delta$ : 7.01 (1H, d, *J* = 13.5 Hz), 6.79 (1H, d, *J* = 13.5 Hz), 6.88 (1H, s), 6.77 (1H, d, *J* = 15.0 Hz), 6.57 (1H, d, *J* = 15.0 Hz), 6.74 (1H, s) 为两组 ABX 系统。 $\delta$ : 3.73 (6H, s) 为两甲氧基信号, 5.19 (1H, d, *J* = 4.2 Hz) 为端基氢质子信号。<sup>13</sup>C-NMR (125 MHz, DMSO-*d*<sub>6</sub>)  $\delta$ : 148.8 ~ 110.2 为芳香碳信号;  $\delta$ : 55.8 和 55.7 为甲氧基碳信号;  $\delta$ : 100.2, 73.3, 77.1, 69.8, 60.8, 76.9 为糖碳信号;  $\delta$ : 81.7 (C-7), 58.7 (C-8), 52.6 (C-9), 32.2 (C-7'), 42.1 (C-8'), 72.0 (C-9') 为二芳基丁内酯类木脂素两组特征碳信号。以上数据与

文献[9]报道一致,故鉴定为 lectin。

化合物 **8** 白色粉末。HR-ESI: 409.183 3  $[M + Na]^+$ , (calc:409.1833)可推得相对分子质量为 386, 分子式  $C_{19}H_{30}O_8$ 。<sup>1</sup>H-NMR (500 MHz, DMSO- $d_6$ )  $\delta$ : 0.91, 0.92 (each 3H, s, gem- $CH_3$ ), 1.17 (3H, d,  $J = 6.5$ , 9- $CH_3$ ); 1.80 (3H, s, 9- $CH_3$ ), 2.06 (1H, d,  $J = 17.0$ , H-2), 2.36 (1H, d,  $J = 17.0$ , H-2), 5.77 (1H, d,  $J = 7.5$ , H-5), 5.74 (1H, d,  $J = 6.0$ , H-7), 5.71 (1H, d,  $J = 5.5$ , H-8), 4.92 (1H, d,  $J = 5.0$ , glu-1),  $\delta$ : 4.88 ~ 4.06 均为糖上质子信号。<sup>13</sup>C-NMR (125 MHz, DMSO- $d_6$ )  $\delta$ : 18.9 (5- $CH_3$ ), 20.8 (9- $CH_3$ ), 23.1 (1- $CH_3$ ), 24.1 (1- $CH_3$ ), 40.9 (C-1), 49.4 (C-2), 63.1 (glu-6'), 70.0 (glu-4'), 73.7 (C-9), 74.6 (glu-2'), 76.8 (glu-5'), 77.8 (glu-3'), 91.2 (C-6), 100.9 (glu-1'), 125.7 (C-4), 133.3 (C-7), 130.4 (C-8), 167.15 (C-5), 197.30 (C-3)。以上数据与文献[10]报道一致。故鉴定为长寿花糖苷。

化合物 **9** 白色粉末。(+) -ESI: 305  $[M + H]^+$ , <sup>1</sup>H-NMR (500 MHz, DMSO- $d_6$ )  $\delta$ : 10.29 (1H, s, N-H), 6.22 (s, 2H, N-H), 5.90 (2H, s, N-H), 4.25 (1H, d,  $J = 7.2$  Hz, glu-1'),  $\delta$ : 4.95 ~ 2.67 为糖上质子信号。以上数据与文献[11]报道一致,故鉴定为蚕豆苷。

化合物 **10** 白色粉末。(+) -ESI: 268  $[M + H]^+$ , <sup>1</sup>H-NMR (500 MHz, DMSO- $d_6$ )  $\delta$ : 5.87 (1H, d,  $J = 6.2$  Hz), 4.61 (1H, dd,  $J = 11.4, 6.0$  Hz), 4.14 (1H, q,  $J = 3.3$  Hz), 3.96 (1H, dd,  $J = 3.3, 6.6$  Hz) 为 4 个次甲基质子信号,  $\delta$ : 3.65 (1H, dt,  $J = 12.0, 4.0$  Hz) 和 3.56 (1H, m) 为 1 个亚甲基质子信号。  $\delta$ : 8.13 (1H, s), 8.35 (1H, s) 为 2 个孤立的芳香质子信号,  $\delta$ : 7.35 (2H), 5.45 (1H), 5.18 (1H), 5.44 (1H) 为 5 个羟基质子信号。以上数据与文献[12]报道一致,故鉴定为 6-(2,3-二羟基-4-羟甲基四氢吡喃)-环戊烯[c]吡咯-1,3-二醇(10)。

#### [参考文献]

[1] 江苏新医学院. 中药大辞典[M]. 上海: 上海科技出版社, 1986.

- [2] 陈绍红, 刘少彬, 赵云涛, 等. 苦瓜提取物抑制蛋白质的非酶糖基化[J]. 中国实验方剂学杂志, 2012, 18 (15): 211.
- [3] Rauwald Hans-Willi, Sauter Michael, Schilcher Heinz, et al. A 24 $\beta$ -ethyl- $\Delta^7$ -steryl glucopyranoside from *Cucurbita pepo seeds* [J]. Phytochem, 1985, 24 (11): 2746.
- [4] Li Chunyu, Zhang Xiaoyi, Zhao Ming, et al. A class of novel *N*-(1-methyl-b-carboline-3-carbonyl)-*N'*-(amino acid-acyl)-hydrazines; Aromatization leaded design, synthesis, *in vitro* anti-platelet aggregation *in vivo* antithrombotic evaluation and 3D QSAR analysis [J]. Eur J Med Chem, 2011, 46: 5598.
- [5] Crisostomo Carmela, Crestani Marco G, Garcia Juventino J, et al. Catalytic hydration of cyanopyridines using nickel(0) [J]. Inorganica Chimica Acta, 2010, 363: 1092.
- [6] Tomasz Ruman, Adam Jarmu, Wojciech Rode, et al. The aromaticity of 5,6-dihydroborauracil, borauracil and benzoborauracil systems [J]. Bio Chem, 2010, 38: 242.
- [7] Matsunami Katsuyoshi, Nagashima Jiro, Sugimoto Sachiko, et al. Megastigmane glucosides and an unusual monoterpene from the leaves of *Cananga odorata var. odorata*, and absolute structures of megastigmane glucosides isolated from *C. odorata var. odorata* and *Breynia officinalis* [J]. J Nat Med, 2010, 64: 460.
- [8] Sun Yan-Jun, Li Zhan-Lin, Zhou Wei, et al. Four new cytotoxic tetrahydrofuranoid lignans from *Sinopodophyllum emodi* [J]. Planta Med, 2012, 78: 480.
- [9] Su J, Shen Y H, Zhang C, et al. Lignans from *Daphne giraldii* [J]. Chem Nat Comp, 2008 (5): 144.
- [10] 吴霞, 叶蕴华, 周亚伟, 等. 维药野西瓜化学成分的研究 [J]. 中国实验方剂学杂志, 2010, 16(6): 97.
- [11] Kunesch Nicole, Miet Christine, Poisson Jacques, et al. A short synthesis of vicine and convicine, the Causative agents of favism [J]. Liebigs Annalen der Chemie, 1994, 28(11): 1059.
- [12] Zhang Dong Song, Gao Hui Yuan, Song Xiao Mei, et al. A new alkaloid from *castaneamollima blume* [J]. Chin Chem Letters, 2008, 19(7): 832.

[责任编辑 邹晓翠]