苦瓜叶的化学成分研究

李　雯[1, 2]，陈燕芬[1]，吴　楠[2]，池墨瑶[2]，费　佳[2]

1. 广东省中医院，广东 广州　510120
2. 中国药科大学，江苏 南京　210009

摘　要：目的　研究苦瓜 *Momordica charantia* 叶的化学成分。**方法**　采用硅胶、Sephadex LH-20 等多种柱色谱方法进行分离纯化，通过理化常数和波谱分析鉴定化合物的结构。**结果**　从苦瓜叶 95%乙醇提取物中分离得到 11 个化合物，分别鉴定为 (19*S*, 23*E*)-5β, 19-epoxy-19-methoxycucurbita-6, 23-diene-3β, 25-diol（**1**）、(19*R*, 23*E*)-5β, 19-epoxy-19-methoxycucurbita-6, 23-diene-3β, 25-diol（**2**）、3β, 7β, 25-trihydroxycucurbita-5, 23-dien-19-al（**3**）、3β, 7β, 25-trihydroxycucurbita-5, 23-dien-19-al-3-*O*-β-*D*-glucopyranoside（**4**）、苦瓜素 I（**5**）、苦瓜素 IV（**6**）、大豆脑苷 I（**7**）、α-菠甾醇（**8**）、α-香树素乙酸酯（**9**）、β-谷甾醇（**10**）和胡萝卜苷（**11**）。**结论**　化合物 **1**、**3**、**8**～**11** 为首次从该植物中分离得到。

关键词：苦瓜；苦瓜素 I；苦瓜素 IV；大豆脑苷 I；胡萝卜苷

中图分类号：R284.1　　**文献标志码：**A　　**文章编号：**0253 - 2670(2012)09 - 1712 - 04

Chemical constituents from leaves of *Momordica charantia*

LI Wen[1, 2], CHEN Yan-fen[1], WU Nan[2], CHI Mo-yao[2], FEI Jia[2]

1. Guangdong Provincial Hospital of Traditional Chinese Medicines, Guangzhou 510120, China
2. China Pharmaceutical University, Nanjing 210009, China

Abstract: Objective　To study the chemical constituents from the leaves of *Momordica charantia*. **Methods**　The compounds were isolated and purified by column chromatography on silica gel, ODS, Sephadex LH-20, and preparative HPLC. Their structures were identified by physicochemical properties and spectral data. **Results**　Eleven compounds were isolated from 95% ethanol extract of *M. charantia* and elucidated as (19*S*, 23*E*)-5β, 19-epoxy-19-methoxycucurbita-6, 23-diene-3β, 25-diol (**1**), (19*R*, 23*E*)-5β, 19-epoxy-19-methoxycucurbita-6, 23-diene-3β, 25-diol (**2**), 3β, 7β, 25-trihydroxycucurbita-5, 23-dien-19-al (**3**), 3β, 7β, 25-trihydroxycucurbita-5, 23-dien-19-al-3-*O*-β-*D*-glucopyranoside (**4**), momordicin I (**5**), momordicin IV (**6**), soya-cerebroside I (**7**), α- spinasterol (**8**), α-amyrin acetate (**9**), β-sitosterol (**10**), and daucosterol (**11**), respectively. **Conclusion**　Compounds **1**, **3**, and **8**—**11** are isolated from *M. charantia* for the first time.

Key words: *Momordica charantia* L.; momordicin I; momordicin IV; soya-cerebroside I; daucosterol

苦瓜 *Momordica charantia* L.，又名锦荔枝、癞葡萄、癞瓜、凉瓜等，为葫芦科苦瓜属攀援性草本植物，广泛分布于热带、亚热带和温带地区。苦瓜性苦、味寒，具有清热解毒、明目、滋养强壮、降血糖、抗突变、抗肿瘤以及提高免疫力等功效，是民间常用中药，用于热病烦渴、中暑、痢疾、赤眼疼痛、痈肿丹毒、恶疮等症的治疗[1]。近年来，对苦瓜的研究主要集中在果实和种子，已从苦瓜果实和种子中分离纯化出多种化学成分，并对其中一些有活性的化合物进行了药理作用研究[2]。为了进一步研究苦瓜的活性成分，本实验对苦瓜叶 95%乙醇提取物进行研究，从中分离得到 11 个化合物，分别鉴定为 (19*S*, 23*E*)-5β, 19-epoxy-19-methoxycucurbita-6, 23-diene-3β, 25-diol（**1**）、(19*R*, 23*E*)-5β, 19-epoxy-19-methoxycucurbita-6, 23-diene-3β, 25-diol（**2**）、3β, 7β, 25-trihydroxycucurbita-5, 23-dien-19-al（**3**）、3β, 7β, 25-trihydroxycucurbita-5, 23-dien-19-al-3-*O*-β-*D*-glucopyranoside（**4**）、苦瓜素 I（momordicin I，**5**）、苦瓜素 IV（momordicin IV，**6**）、大豆脑苷 I（soya-cerebroside I，**7**）、α-菠甾醇（α-spinasterol，**8**）、α-香树素乙酸酯（α-amyrin acetate，**9**）、β-谷甾醇（β-sitosterol，**10**）和胡萝卜苷（daucosterol，**11**）。其中，化合物 **1**、**3**、**8**～**11** 为首次从该植物中分离得到。

收稿日期：2011-12-08

作者简介：李　雯（1984—），女，硕士研究生，主要从事中药及天然产物活性成分研究。Tel: (020)81506429　E-mail: tracyliwen@hotmail. com

1 仪器和材料

X—4 型显微熔点测定仪（北京泰克仪器有限公司）；Jasco V—550 紫外/可见光谱仪；Jasco FI/IR—480 Plus Fourier Transform 红外光谱仪；Bruker AV—400 FT 型核磁共振仪；Finnigan LCQ Advantage MAX 质谱仪。柱色谱用硅胶为青岛海洋化工厂产品；硅胶 GF254 薄层预制板为烟台化学工业研究所产品；Sephadex LH-20 柱色谱材料为 Pharmacia 公司产品；色谱纯甲醇为江苏汉邦公司产品；其余试剂均为化学纯或分析纯。

药材样品于 2009 年 9 月采购自广东省广州市清平药材市场，经广东省中医院董玉珍主任中药师鉴定为葫芦科植物苦瓜 *Momordica charantia* L. 的叶，药材样本（编号 20090927）保存于广东省中医院制剂室。

2 提取与分离

干燥的苦瓜叶 5 kg，粉碎，用 95%乙醇室温下渗漉提取，合并提取液，减压浓缩，得到总浸膏 927 g。总浸膏用适量水混悬，依次用等量石油醚、醋酸乙酯、正丁醇萃取，合并萃取液，减压浓缩，分别得到石油醚部分 140 g、醋酸乙酯部分 298 g、正丁醇部分 165 g 和水部分 324 g。对醋酸乙酯部分进行反复硅胶柱色谱（氯仿-甲醇系统），用 Sephadex LH-20 柱（氯仿-甲醇、甲醇-水系统）及制备 HPLC 进行纯化，分别得到化合物 **1**（20 mg）、**2**（17 mg）、**3**（15 mg）、**4**（12 mg）、**5**（9 mg）、**6**（10 mg）、**7**（8 mg）、**8**（13 mg）、**9**（21 mg）、**10**（30 mg）和 **11**（14 mg）。

3 结构鉴定

化合物 **1**：白色片晶（甲醇），mp 116～118 ℃。ESI-MS *m*/*z*: 509 $[M+Na]^+$。IR υ_{max}^{KBr} (cm^{-1}): 3 475, 2 943, 1 468, 1 373, 1 159, 1 080, 973, 862。^{1}H-NMR (400 MHz, CD_3OD) δ: 6.13 (1H, dd, J = 10.0, 2.0 Hz, H-6), 5.58 (2H, m, H-23, 24), 5.55 (1H, dd, J = 10.0, 3.6 Hz, H-7), 4.45 (1H, s, H-19), 3.40 (1H, brs, H-3α), 3.38 (3H, s, -OCH_3), 2.37 (1H, m, H-10), 2.24 (1H, brs, H-8), 1.39 (6H, s, H-26, 27), 1.26 (3H, d, J = 4.8 Hz, H-21), 0.95, 0.94, 0.91, 0.90 (各 3H, s, 4×-CH_3)；^{13}C-NMR (100 MHz, CD_3OD) δ: 140.9 (C-24), 133.9 (C-6), 131.5 (C-7), 125.8 (C-23), 116.2 (C-19), 86.4 (C-5), 77.8 (C-3), 71.1 (C-25), 57.8 (-OCH_3), 51.4 (C-17), 51.1 (C-8), 50.3 (C-9), 49.2 (C-14), 46.3 (C-13), 40.3 (C-22), 39.1 (C-10), 38.1 (C-20), 37.6 (C-4), 34.5 (C-15), 31.7 (C-12), 30.2 (C-26), 30.1 (C-27), 28.9 (C-16), 28.0 (C-2), 24.7 (C-29), 22.5 (C-11), 19.2 (C-21), 16.5 (C-1), 21.0 (C-28), 20.5 (C-30), 15.5 (C-18)。以上数据与文献报道一致[3]，故鉴定化合物 **1** 为 (19*S*, 23*E*)-5β, 19-epoxy-19-methoxycucurbita-6, 23-diene-3β, 25-diol。

化合物 **2**：白色片晶（甲醇），mp 143～145 ℃。ESI-MS *m*/*z*: 509 $[M+Na]^+$。IR υ_{max}^{KBr} (cm^{-1}): 3 450, 2 943, 1 649, 1 466, 1 377, 1 080, 973, 913。^{1}H-NMR (400 MHz, CD_3OD) δ: 5.97 (1H, dd, J = 9.8, 2.3 Hz, H-6), 5.59 (2H, m, H-23, 24), 5.54 (1H, dd, J = 9.7, 3.5 Hz, H-7), 4.70 (1H, s, H-19), 3.38 (1H, brs, H-3α), 3.41 (3H, s, -OCH_3), 2.46 (1H, m, H-10), 2.16 (1H, brs, H-8), 1.26 (6H, s, H-26, 27), 1.18 (3H, d, J = 4.6 Hz, H-21), 0.92, 0.91, 0.90, 0.88 (各 3H, s, 4×-CH_3)；^{13}C-NMR (100 MHz, CD_3OD) δ: 140.8 (C-24), 133.7 (C-6), 132.0 (C-7), 125.9 (C-23), 113.2 (C-19), 88.0 (C-5), 77.6 (C-3), 71.1 (C-25), 58.1 (-OCH_3), 51.3 (C-17), 49.5 (C-14), 49.1 (C-9), 46.2 (C-13), 43.1 (C-8), 41.9 (C-10), 40.3 (C-22), 38.4 (C-4), 37.6 (C-20), 34.6 (C-15), 31.8 (C-12), 30.1 (C-26), 30.0 (C-27), 29.0 (C-16), 28.1 (C-2), 24.4 (C-29), 24.2 (C-11), 19.1 (C-21), 18.4 (C-1), 20.7 (C-28), 20.3 (C-30), 15.2 (C-18)。以上数据与文献报道一致[4]，故鉴定化合物 **2** 为 (19*R*, 23*E*)-5β, 19-epoxy-19-methoxycucurbita-6, 23-diene-3β, 25-diol。

化合物 **3**：白色片晶（甲醇），ESI-MS *m*/*z*: 495 $[M+Na]^+$。IR υ_{max}^{KBr} (cm^{-1}): 3 437, 2 927, 1 637, 1 546, 1 453, 962 cm^{-1}。^{1}H-NMR (400 MHz, CD_3OD) δ: 9.87 (1H, s, H-19), 5.57 (2H, brs, H-23, 24), 3.99 (1H, brd, J = 5.6 Hz, H-7), 3.54 (1H, brs, H-3), 1.25 (6H, s, H-26, 27), 0.94 (3H, d, J = 5.6 Hz, H-21), 1.24, 1.07, 0.86, 0.81 (各 3H, s, 4×-CH_3)；^{13}C-NMR (100 MHz, CD_3OD) δ: 209.4 (C-19), 147.2 (C-23), 140.7 (C-5), 125.7 (C-24), 123.8 (C-6), 77.0 (C-3), 71.1 (C-25), 66.9 (C-7), 51.3 (C-9), 51.1 (C-17), 50.8 (C-14), 46.6 (C-13), 42.3 (C-4), 40.3 (C-22), 37.6 (C-10), 35.7 (C-11), 30.2 (C-8), 30.1 (C-20), 29.9 (C-16), 29.8 (C-2), 28.6 (C-15), 27.8 (C-28), 27.6 (C-12), 26.0 (C-26), 23.3 (C-27), 22.3 (C-29), 21.9 (C-1), 19.3 (C-30), 18.8 (C-18), 15.4 (C-21)。以上数据与文献报道一致[3]，故鉴定化合物 **3** 为 3β, 7β, 25-trihydroxy-cucurbita-5, 23-dien-19-al。

化合物 **4**：白色晶体（甲醇），mp 200～202 ℃，ESI-MS *m/z*: 629 $[M+Na]^+$。IR υ_{max}^{KBr} (cm^{-1}): 3 388, 2 918, 1 640, 1 537, 1 468, 1 080, 964。^{1}H-NMR (400 MHz, pyridine-d_5) δ: 0.78 (3H, s, H-30), 0.89 (3H, s, H-18), 0.96 (3H, d, *J* = 5.6 Hz, H-21), 1.14 (3H, s, H-29), 1.24 (1H, m, H-16), 1.53 (3H, s, H-28), 1.55 (3H, brs, H-26), 1.59 (3H, brs, H-27), 1.76 (1H, m, H-l), 1.85 (1H, m, H-22), 1.98 (2H, m, H-1, 2), 2.24 (1H, m, H-22), 5.60 (1H, m, H-24), 5.61 (1H, m, H-23), 6.19 (1H, brd, *J* = 4.8 Hz, H-6), 10.51 (1H, s, H-19)；^{13}C-NMR (100 MHz, pyridine-d_5) δ: 207.4 (C-19), 147.6 (C-5), 137.7 (C-24), 128.4 (C-23), 122.4 (C-6), 101.8 (C-1′), 78.7 (C-3′), 78.7 (C-5′), 75.6 (C-3), 75.0 (C-2′), 74.8 (C-25), 71.9 (C-4′), 71.8 (C-7), 63.1 (C-1′), 50.3 (C-9), 50.2 (C-17), 48.1 (C-14), 45.8 (C-13), 45.2 (C-8), 41.9 (C-4), 39.7 (C-22), 36.7 (C-10), 36.4 (C-20), 34.9 (C-15), 29.8 (C-2), 29.4 (C-12), 27.6 (C-16), 27.4 (C-29), 26.5 (C-26), 26.3 (C-28), 26.1 (C-27), 22.7 (C-11), 21.9 (C-1), 19.0 (C-21), 18.2 (C-30), 15.1 (C-18)。以上数据与文献报道一致[5]，故鉴定化合物 **4** 为 3β, 7β, 25-trihydroxycucurbita-5, 23-dien-19-al-3-*O*-β-*D*-glucopyranoside。

化合物 **5**：白色粉末，ESI-MS *m/z*: 495 $[M+Na]^+$。IR υ_{max}^{KBr} (cm^{-1}): 3 450, 2 951, 1 641, 1 556, 1 450, 973。^{1}H-NMR (400 MHz, CD_3OD) δ: 0.82, 0.93, 1.08, 1.25 (各 3H, s, H-18, 28, 29, 30), 1.00 (3H, d, *J* = 6.4 Hz, H-21), 1.67 (3H, s, H-26), 1.70 (3H, s, H-27), 1.98 (1H, m, H-20), 2.40 (1H, m, H-8), 2.58 (1H, m, H-10), 3.55 (1H, brs, H-3), 4.00 (1H, d, *J* = 5.2 Hz, H-7), 4.41 (1H, m, H-23), 5.16 (1H, d, *J* = 8.8 Hz, H-24), 5.91 (1H, d, *J* = 4.0 Hz, H-6), 9.88 (1H, s, H-19)；^{13}C-NMR (100 MHz, CD_3OD) δ: 209.7 (C-19), 147.3 (C-5), 133.4 (C-24), 130.5 (C-25), 124.0 (C-6), 77.1 (C-3), 66.9 (C-7), 66.6 (C-23), 52.1 (C-9), 51.3 (C-17), 50.8 (C-8), 49.0 (C-14), 46.8 (C-13), 45.6 (C-22), 42.3 (C-4), 37.7 (C-10), 35.6 (C-15), 33.7 (C-20), 30.3 (C-2), 29.8 (C-12), 28.6 (C-16), 27.8 (C-29), 26.0 (C-27), 25.9 (C-28), 23.3 (C-11), 22.2 (C-1), 19.3 (C-21), 18.8 (C-26), 18.1 (C-30), 15.3 (C-18)。以上数据与文献报道一致[6]，故鉴定化合物 **5** 为苦瓜素 I。

化合物 **6**：白色粉末，ESI-MS *m/z*: 657 $[M+Na]^+$。IR υ_{max}^{KBr} (cm^{-1}): 3 446, 2 947, 1 649, 1 551, 1 456, 965。^{1}H-NMR (400 MHz, pyridine-d_5) δ: 0.87, 0.90, 1.12, 1.48 (各 3H, s, H-18, 28, 29, 30), 1.19 (3H, d, *J* = 6.4 Hz, H-21), 1.71 (3H, s, H-26), 1.75 (3H, s, H-27), 2.07 (1H, m, H-20), 2.37 (1H, m, H-8), 2.71 (1H, m, H-10), 3.81 (1H, brs, H-3), 4.35 (1H, d, *J* = 5.2 Hz, H-7), 4.96 (1H, d, *J* = 7.8 Hz, H-1′), 5.61 (1H, d, *J* = 7.8 Hz, H-24), 6.27 (1H, d, *J* = 4.4 Hz, H-6), 10.65 (1H, s, H-19)；^{13}C-NMR (100 MHz, pyridine-d_5) δ: 207.7 (C-19), 145.7 (C-5), 132.2 (C-25), 129.1 (C-24), 124.3 (C-6), 104.1 (C-1′), 78.9 (C-3′), 78.2 (C-5′), 75.6 (C-2′), 75.6 (C-3), 75.3 (C-23), 71.9 (C-4′), 65.7 (C-7), 63.0 (C-6′), 51.2 (C-17), 50.6 (C-9), 50.5 (C-8), 48.2 (C-14), 45.9 (C-13), 43.7 (C-22), 41.7 (C-4), 36.8 (C-10), 34.9 (C-15), 32.6 (C-20), 29.8 (C-2), 29.6 (C-12), 27.8 (C-16), 27.3 (C-29), 26.2 (C-27), 25.8 (C-28), 22.7 (C-11), 21.7 (C-1), 19.4 (C-21), 18.2 (C-26), 18.2 (C-30), 14.9 (C-18)。以上数据与文献报道一致[7]，故鉴定化合物 **6** 为苦瓜素 IV。

化合物 **7**：白色粉末，mp 250～252 ℃，ESI-MS *m/z*: 712 $[M-H]^-$。^{1}H-NMR (400 MHz, pyridine-d_5) δ: 7.69 (1H, brs, -NH), 6.00 (1H, brd, *J* = 15.6 Hz, H-5), 5.94 (1H, dd, *J* = 6.4, 15.6 Hz, H-4), 5.50 (2H, m, H-8, 9), 4.39 (1H, d, *J* = 7.5 Hz, H-1′), 4.23 (1H, dd, *J* = 4.0, 10.2 Hz, H-2′), 3.83 (1H, m, H-6″), 3.77 (1H, m, H-6″), 2.00 (2H, brs, H-6, 7), 1.84 (1H, m, H-10), 1.26～1.39 (19H, m, H-11～17, 4′～15′), 0.85 (6H, d, *J* = 7.0 Hz, H-16′, 18)；^{13}C-NMR (100 MHz, pyridine-d_5) δ: 175.7 (C-1′), 132.1 (C-5), 132.1 (C-4), 131.2 (C-9), 130.0 (C-8), 105.7 (Glc-C-1″), 78.6 (Glc-C-5″), 78.5 (Glc-C-3″), 75.2 (Glc-C-2″), 72.4 (C-2′), 72.4 (C-3), 71.6 (Glc-C-4″), 70.2 (C-1), 62.7 (Glc-C-6″), 55.7 (C-2), 35.7 (C-3′), 33.0 (C-6), 32.9 (C-7), 32.8 (C-10), 29.6～29.9 (C-11～16, 5′～14′), 25.9 (C-4′), 23.0 (C-17, 15′), 14.3 (C-18, 16′)。以上数据与文献报道一致[8]，故鉴定化合物 **7** 为大豆脑苷 I。

化合物 **8**：白色粉末，mp 167～158 ℃（甲醇）。IR υ_{max}^{KBr} (cm^{-1}): 3 420, 1 640, 1 451, 1 370, 1 360, 980。^{1}H-NMR (400 Hz, $CDCl_3$) δ: 5.17 (2H, dd, *J* = 8.8, 8.7 Hz, H-7, 23), 5.03 (1H, dd, *J* = 8.8, 8.7 Hz, H-22), 3.60 (1H, m, H-3), 1.04 (3H, d, *J* = 6.6 Hz, 21-CH_3), 0.87 (3H, d, *J* = 6.6 Hz, 29-CH_3), 0.82 (3H, s, 26-CH_3), 0.83 (3H, s, 27-CH_3), 0.81 (3H, s, 19-CH_3), 0.57 (3H,

s, 18-CH_3); ^{13}C-NMR (100 Hz, $CDCl_3$) δ: 139.6 (C-8), 138.1 (C-22), 129.5 (C-23), 117.5 (C-7), 71.1 (C-3), 55.9 (C-17), 55.1 (C-14), 51.3 (C-24), 49.5 (C-9), 43.3 (C-13), 40.8 (C-20), 40.3 (C-5), 39.5 (C-12), 38.0 (C-4), 34.2 (C-10), 31.9 (C-25), 31.5 (C-2), 31.2 (C-1), 29.7 (C-6), 28.5 (C-16), 25.4 (C-28), 23.0 (C-15), 21.6 (C-26), 21.1 (C-11), 21.0 (C-21), 19.1 (C-27), 13.0 (C-19), 12.2 (C-29), 12.0 (C-18)。以上数据与文献报道一致[9]，故鉴定化合物 **8** 为 α-菠甾醇。

化合物 **9**：白色晶体（甲醇），mp 224～226 ℃，ESI-MS *m*/*z*: 491 $[M+Na]^+$。^{1}H-NMR (400 MHz, $CDCl_3$) δ: 5.11 (1H, t, *J* = 6.6 Hz, H-12), 4.51 (1H, dd, *J* = 5.6, 3.6 Hz, H-3), 2.01 (3H, s, -$COCH_3$), 1.11 (3H, s, H-26), 0.96 (3H, s, H-27), 0.89 (3H, d, *J* = 6.2 Hz, H-30), 0.86 (3H, d, *J* = 6.2 Hz, H-29), 0.86 (3H, s, H-28), 0.81 (3H, s, H-25), 0.77 (3H, s, H-24), 0.74 (3H, s, H-23)；^{13}C-NMR (100 MHz, $CDCl_3$) δ: 38.1 (C-1), 23.5 (C-2), 81.0 (C-3), 37.8 (C-4), 55.2 (C-5), 18.2 (C-6), 33.0 (C-7), 39.8 (C-8), 47.7 (C-9), 36.8 (C-10), 23.4 (C-11), 124.5 (C-12), 139.6 (C-13), 42.0 (C-14), 28.7 (C-15), 26.7 (C-16), 33.6 (C-17), 59.1 (C-18), 39.7 (C-19), 39.7 (C-20), 31.2 (C-21), 41.5 (C-22), 28.0 (C-23), 16.8 (C-24), 15.6 (C-25), 16.8 (C-26), 23.1 (C-27), 28.0 (C-28), 17.5 (C-29), 21.4 (C-30), 170.9 (-$COCH_3$), 21.7 (-$COCH_3$)。化合物的波谱数据与文献报道一致[10]，故鉴定化合物 **9** 为 α-香树素乙酸酯。

化合物 **10**：白色粉末，易溶于氯仿。IR、TLC 的 R_f 值及显色行为与 β-谷甾醇对照品一致，与 β-谷甾醇对照品混合后熔点不下降，故鉴定化合物 **10** 为 β-谷甾醇。

化合物 **11**：白色粉末，Libermann-Burchard 反应呈阳性。ESI-MS *m*/*z*: 599 $[M+Na]^+$。IR、TLC 的 R_f 值及显色行为与胡萝卜苷对照品一致，与胡萝卜苷对照品混合后熔点不下降，故鉴定化合物 **11** 为胡萝卜苷。

参考文献

[1] 南京中医药大学. 中药大辞典 [M]. 上海: 上海科学技术出版社, 1986.

[2] 向亚林, 凌 冰, 张茂新. 苦瓜化学成分和生物活性的研究进展 [J]. 天然产物研究与开发, 2005, 17(2): 242-246.

[3] Mulholland D A, Sewram V, Osborne R, *et al*. Cucurbitane triterpenoids from the leaves of *Momordica foetida* [J]. *Phytochemistry*, 1997, 45(2): 391-395.

[4] Yumiko K, Toshihiro A, Noriko Y, *et al*. Cucurbitane-type triterpenoids from the fruit of *Momordica charantia* [J]. *J Nat Prod*, 2005, 68(5): 807-809.

[5] Okabe H, Miyahara Y, Yamauchi T. Studies on the constituents of *Momordica charantia* L. IV. Characterization of the new cucurbitacin glycosides of the immature fruits. Structures of the bitter glycosides, momordicosides K and L [J]. *Chem Pharm Bull*, 1982, 30(12): 4334-4340.

[6] Ma J, Whittaker P, Keller A C, *et al*. Cucurbitane-type triterpenoids from *Momordica charantia* [J]. *Planta Med*, 2010, 76(15): 1758-1761.

[7] Kashiwagi T, Mekuria D B, Dekebo A S, *et al*. A new oviposition deterrent to the leafminer, *Liriomyza trifolii*: cucurbitane glucoside from *Momordica charantia* [J]. *Z Naturforsch C*, 2007, 62(7): 603-607.

[8] 陈华国, 李 明, 龚小见, 等. 金铁锁化学成分研究 [J]. 中草药, 2010, 41(2): 204-206.

[9] 徐丽萍, 刘建生, 敏 德, 等. 金龙胆草的化学成分研究 (I) [J]. 中国中药杂志, 1998, 23(5): 293-295.

[10] 李玉元, 张国林. 翅果藤的细胞毒活性和化学成分研究 [J]. 天然产物研究与开发, 2003, 15(2): 113-115.