

• 化学成分 •

无叶假木贼地上部分化学成分的研究

李卫林^{1,2}, 王洪庆¹, 巩 婷¹, 陈若芸^{1*}

1. 中国医学科学院 北京协和医学院药物研究所, 中草药物质基础与资源利用教育部重点实验室, 北京 100050

2. 新乡医学院药学院 药物化学教研室, 河南 新乡 453003

摘要: 目的 研究无叶假木贼 *Anabasis aphylla* 的化学成分。方法 采用硅胶、薄层制备、葡聚糖凝胶以及制备型 HPLC 色谱进行分离纯化, 利用 MS、IR 和 NMR 等波谱学方法鉴定化合物的结构。结果 分离得到 15 个化合物, 分别鉴定为顺式咖啡酰二十烷醇酯 (1)、反式咖啡酰二十烷醇酯 (2)、反式咖啡酰十三烷醇酯 (3)、反式咖啡酰十六烷醇酯 (4)、反式咖啡酰十八烷醇酯 (5)、反式咖啡酰二十二烷醇酯 (6)、反式咖啡酰二十四烷醇酯 (7)、反式阿魏酰二十烷醇酯 (8)、反式阿魏酰二十二烷醇酯 (9)、反式阿魏酰二十四烷醇酯 (10)、4-羟基苯乙酮 (11)、正十三碳酸 (12)、正十四碳酸 (13)、胡萝卜苷 (14)、 β -谷甾醇 (15)。结论 化合物 1 为新化合物, 2~13 为首次从假木贼属植物中分离得到。

关键词: 无叶假木贼; 假木贼属; 顺式咖啡酰二十烷醇酯; 反式咖啡酰二十烷醇酯; 4-羟基苯乙酮

中图分类号: R284.1 文献标志码: A 文章编号: 0253-2670(2011)05-0837-04

Chemical constituents from aerial parts of *Anabasis aphylla*LI Wei-lin^{1,2}, WANG Hong-qing¹, GONG Ting¹, CHEN Ruo-yun¹

1. Key Laboratory of Bioactive Substances and Resources Utilization of Chinese Herbal Medicine, Ministry of Education, Institute of Materia Medica, Chinese Academy of Medical Sciences and Peking Union Medical College, Beijing 100050, China

2. Department of Pharmaceutical Chemistry, College of Pharmacy, Xinxiang Medical College, Xinxiang 453003, China

Abstract: **Objective** To study the chemical constituents from the aerial parts of *Anabasis aphylla*. **Methods** The chemical constituents were isolated and purified by silica gel column, Sephadex LH-20, prep-TLC, and prep-HPLC. Spectroscopic methods, such as MS, IR, and NMR spectra were used for the structural identification. **Results** Fifteen compounds were isolated and identified as: eicosyl-(Z)-caffeate (1), eicosyl-(E)-caffeate (2), tridecyl-(E)-caffeate (3), hexadecyl-(E)-caffeate (4), octadecyl-(E)-caffeate (5), docosyl-(E)-caffeate (6), tetracosyl-(E)-caffeate (7), eicosyl-(E)-ferulate (8), docosyl-(E)-ferulate (9), tetracosyl-(E)-ferulate (10), 4-hydroxyacetophen-one (11), *n*-tridecanoic acid (12), *n*-myristic acid (13), daucosterol (14), and β -sitosterol (15). **Conclusion** Compound 1 is a new compound, and compounds 2—13 are isolated from the plants in *Anabasis* L. for the first time.

Key words: *Anabasis aphylla* L.; *Anabasis* L.; eicosyl-(Z)-caffeate; eicosyl-(E)-caffeate; 4-hydroxyacetophen-one

无叶假木贼 *Anabasis aphylla* L. 为藜科假木贼属植物, 主要分布于中国西部, 以新疆分布最多, 生长在荒漠、戈壁沙丘及干旱山坡。全株有毒, 民间常作农用杀虫剂, 主要用于防治菜青虫、蚜虫等多种害虫^[1-2], 对农业害虫具有毒杀作用。到目前为止, 报道化学成分的假木属植物有无叶假木贼 *A. aphylla*、盐生假木贼 *A. salsa*、*A. setifera*、*A. articulata*、*A. hispanica*、和 *A. ferganica* 等, 其中以无叶假木贼研究最多。我国关于该类植物化学成分

研究的报道极少^[3]。国外学者从这些植物中分离出的生物碱类化合物较多^[4], 主要表现出抗胆碱酯酶活性^[5]。为充分利用我国丰富的资源以及进一步寻找新的活性天然产物, 本实验对无叶假木贼醋酸乙酯提取部位做了研究, 从中分离得到 15 个化合物, 分别鉴定为顺式咖啡酰二十烷醇酯 (1, eicosyl-(Z)-caffeate)、反式咖啡酰二十烷醇酯 (2, eicosyl-(E)-caffeate)、反式咖啡酰十三烷醇酯 (3, tridecyl-(E)-caffeate)、反式咖啡酰十六烷醇酯 (4, hexadecyl-

收稿日期: 2010-10-28

基金项目: 国家科技重大专项 (2009zx09504-004)

*通讯作者 陈若芸 Tel: (010)83161622 Fax: (010)63017757 E-mail: rych@imm.ac.cn

(*E*)-caffeate)、反式咖啡酰十八烷醇酯(**5**, octadecyl-(*E*)-caffeate)、反式咖啡酰二十二烷醇酯(**6**, docosyl-(*E*)-caffeate)、反式咖啡酰二十四烷醇酯(**7**, tetracosyl-(*E*)-caffeate)、反式阿魏酰二十烷醇酯(**8**, eicosyl-(*E*)-ferulate)、反式阿魏酰二十二烷醇酯(**9**, docosyl-(*E*)-ferulate)、反式阿魏酰二十四烷醇酯(**10**, tetracosyl-(*E*)-ferulate)、4-羟基苯乙酮(**11**, 4-hydroxyacetophenone)、正十三碳酸(**12**, *n*-tridecanoic acid)、正十四碳酸(**13**, *n*-myristic Acid)、胡萝卜苷(**14**, daucosterol)、 β -谷甾醇(**15**, β -sitosterol)。化合物**1**为新化合物,该化合物已以快报形式报道^[6],**2**~**13**为首次从假木贼属植物分离得到。

1 仪器与材料

熔点用 XT4—100X 显微熔点仪测定(温度未校正)。核磁共振用 MERCURY—300, 400 型核磁共振仪测定, TMS 为内标。EI 用 VG Autospec—300 型质谱仪测定, ESI 用 Agilent 1100 LC/MSD Trap SL 型质谱仪测定。Luntech 制备型 HPLC 以及 YMC—Pack ODS—A 反相制备柱(250 mm×20 mm, 5 μ m)。薄层及柱色谱硅胶材料为青岛海洋化工厂生产(200~300 目)。无叶假木贼于 2009 年 8 月采自新疆喀什, 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无叶假木贼 *Anabasis aphylla* L.。标本保存于中国医学科学院北京协和医学院药物研究所。

2 提取与分离

无叶假木贼 5.1 kg, 95%乙醇回流提取 3 次, 合并提取液, 减压浓缩, 浓缩浸膏溶于热水中, 超声处理, 分别用石油醚、醋酸乙酯、正丁醇萃取, 得到石油醚部分 95 g, 醋酸乙酯部分 39 g, 正丁醇部分 157 g。醋酸乙酯部分 39 g 用 50 g 硅胶拌样, 以氯仿-甲醇为流动相梯度洗脱并反复硅胶柱色谱, TLC 色谱检测, 合并相同部分, 对 100:0、100:1 和 50:1 洗脱部分, 以石油醚-丙酮为洗脱剂反复硅胶柱色谱, 并使用 ODS 柱色谱, 制备 HPLC, Sephadex LH—20 柱色谱纯化, 得到化合物**1**~**15**, 分别为顺式咖啡酰二十烷醇酯(**1**, 8 mg)、反式咖啡酰二十烷醇酯(**2**, 20 mg)、反式咖啡酰十三烷醇酯(**3**, 17 mg)、反式咖啡酰十六烷醇酯(**4**, 6 mg)、反式咖啡酰十八烷醇酯(**5**, 11 mg)、反式咖啡酰二十二烷醇酯(**6**, 15 mg)、反式咖啡酰二十四烷醇酯(**7**, 15 mg)、反式阿魏酰二十烷醇酯(**8**, 10 mg)、

反式阿魏酰二十二烷醇酯(**9**, 26 mg)、反式阿魏酰二十四烷醇酯(**10**, 3 mg)、4-羟基苯乙酮(**11**, 41 mg)、正十三碳酸(**12**, 8 mg)、正十四碳酸(**13**, 9 mg)、胡萝卜苷(**14**, 67 mg)、 β -谷甾醇(**15**, 23 mg)。

3 结构鉴定

化合物**1**: 白色粉末, ESI-MS m/z : 461.7 $[M+H]^+$, 483.7 $[M+Na]^+$, 459.4 $[M-H]^-$ 。¹H-NMR (acetone-*d*₆, 300 MHz) δ : 8.45 (1H, s, OH), 8.21 (1H, s, OH), 7.58 (1H, d, J = 12.9 Hz, H-8), 7.20 (1H, d, J = 2.1 Hz, H-2), 7.09 (1H, dd, J = 8.1, 2.1 Hz, H-6), 6.91 (1H, d, J = 8.1 Hz, H-5), 6.32 (1H, d, J = 12.9 Hz, H-7), 4.18 (2H, t, J = 6.6 Hz, H-1'), 1.72 (2H, m), 1.32 (34H, br s), 0.92 (3H, t, J = 6.9 Hz, H-20'); ¹³C-NMR (acetone-*d*₆, 100 MHz) δ : 167.3 (C-9), 148.5 (C-3), 146.1 (C-4), 145.3 (C-7), 127.5 (C-1), 122.3 (C-6), 116.2 (C-5), 115.6 (C-8), 115.0 (C-2), 64.5 (C-1'), 32.5 (C-2'), 31.3~23.2 (C-3'~C-19'), 14.2 (C-20')。经分析, 以上数据与文献数据^[7]相似, 但 δ 7.58 (1H, d, J = 12.9 Hz, H-8), δ 6.32 (1H, d, J = 12.9 Hz, H-7) 和文献数据^[7]不一样, 经分析鉴定为一个新化合物, 确定化合物**1**为顺式咖啡酰二十烷醇酯。

化合物**2**: 白色粉末, ESI-MS m/z : 461.7 $[M+H]^+$, 483.7 $[M+Na]^+$, 459.4 $[M-H]^-$ 。¹H-NMR (CDCl₃, 300 MHz) δ : 7.57 (1H, d, J = 16.2 Hz, H-8), 7.08 (1H, d, J = 2.1 Hz, H-2), 7.09 (1H, dd, J = 8.4, 2.1 Hz, H-6), 6.87 (1H, d, J = 8.4 Hz, H-5), 6.27 (1H, d, J = 16.2 Hz, H-7), 4.19 (2H, t, J = 6.6 Hz, H-1'), 1.69 (2H, m), 1.32 (34H, br s), 0.87 (3H, t, J = 6.0 Hz, H-20'); ¹³C-NMR (CDCl₃, 100 MHz) δ : 168.3 (C-9), 147.5 (C-3), 146.7 (C-4), 145.7 (C-7), 126.5 (C-1), 123.3 (C-6), 115.2 (C-5), 114.6 (C-8), 113.0 (C-2), 65.5 (C-1'), 33.5 (C-2'), 30.4~23.2 (C-3'~C-19'), 14.2 (C-20')。以上数据与文献数据^[8]一致, 确定化合物**2**为反式咖啡酰二十烷醇酯。

化合物**3**: 白色粉末, ESI-MS m/z : 363.0 $[M+H]^+$, 385.2 $[M+Na]^+$, ¹H-NMR (CDCl₃, 300 MHz) δ : 7.57 (1H, d, J = 15.9 Hz, H-8), 7.08 (1H, d, J = 2.1 Hz, H-2), 7.02 (1H, dd, J = 7.5, 2.1 Hz, H-6), 6.88 (1H, d, J = 7.5 Hz, H-5), 6.26 (1H, d, J = 15.9 Hz, H-7), 4.18 (2H, t, J = 6.3 Hz, H-1'), 1.69 (2H, m), 1.25 (20H, br s), 0.88 (3H, t, J = 6.9 Hz, H-13'); ¹³C-NMR (CDCl₃, 100 MHz) δ : 166.4 (C-9), 146.9 (C-3), 145.7

(C-4), 144.3 (C-7), 126.5 (C-1), 121.0 (C-6), 114.2 (C-5), 113.6 (C-8), 108.0 (C-2), 65.5 (C-1'), 32.3 (C-2'), 29.9~23.7 (C-3'~C-12'), 14.9 (C-13')。以上数据与文献数据^[8]一致, 确定化合物 **3** 为反式咖啡酰十三烷醇酯。

化合物 **4**: 白色粉末, ESI-MS m/z : 405.3 $[M+H]^+$, 427.2 $[M+Na]^+$, 403.4 $[M-H]^-$ 。 1H -NMR ($CDCl_3$, 300 MHz) δ : 7.57 (1H, d, $J = 15.9$ Hz, H-8), 7.08 (1H, d, $J = 2.1$ Hz, H-2), 7.02 (1H, dd, $J = 7.5$, 2.1 Hz, H-6), 6.88 (1H, d, $J = 7.5$, H-5), 6.26 (1H, d, $J = 15.9$ Hz, H-7), 4.19 (2H, t, $J = 6.3$ Hz, H-1'), 1.68 (2H, m), 1.25 (26H, br s), 0.86 (3H, t, $J = 6.9$ Hz, H-16'); ^{13}C -NMR ($CDCl_3$, 100 MHz) δ : 167.4 (C-9), 147.9 (C-3), 146.7 (C-4), 145.3 (C-7), 127.5 (C-1), 122.0 (C-6), 115.2 (C-5), 114.6 (C-8), 109.0 (C-2), 64.5 (C-1'), 32.5 (C-2'), 29.5~23.2 (C-3'~C-15'), 14.2 (C-16')。以上数据与文献数据^[8]一致, 确定化合物 **4** 为反式咖啡酰十六烷醇酯。

化合物 **5**: 白色粉末, ESI-MS m/z : 455.2 $[M+Na]^+$, 433.3 $[M+H]^+$, 431.4 $[M-H]^-$ 。 1H -NMR ($CDCl_3$, 300 MHz) δ : 7.57 (1H, d, $J = 15.9$ Hz, H-8), 7.09 (1H, d, $J = 2.1$ Hz, H-2), 7.01 (1H, dd, $J = 7.2$, 2.1 Hz, H-6), 6.85 (1H, d, $J = 7.2$ Hz, H-5), 6.25 (1H, d, $J = 15.9$ Hz, H-7), 4.18 (2H, t, $J = 6.9$ Hz, H-1'), 1.68 (2H, m), 1.25 (30H, br s), 0.87 (3H, t, $J = 6.9$ Hz, H-18'); ^{13}C -NMR ($CDCl_3$, 100 MHz) δ : 167.3 (C-9), 146.6 (C-3), 145.2 (C-4), 144.3 (C-7), 126.4 (C-1), 121.3 (C-6), 115.2 (C-5), 108.6 (C-8), 107.0 (C-2), 64.5 (C-1'), 31.5 (C-2'), 30.4~23.2 (C-3'~C-17'), 14.2 (C-18')。以上数据与文献数据^[8]一致, 确定化合物 **5** 为反式咖啡酰十八烷醇酯。

化合物 **6**: 白色粉末, ESI-MS m/z : 489.2 $[M+H]^+$, 510.2 $[M+Na]^+$, 487.4 $[M-H]^-$ 。 1H -NMR ($CDCl_3$, 300 MHz) δ : 7.57 (1H, d, $J = 15.6$ Hz, H-8), 7.09 (1H, d, $J = 2.1$ Hz, H-2), 7.05 (1H, dd, $J = 7.5$, 2.1 Hz, H-6), 6.91 (1H, d, $J = 7.5$ Hz, H-5), 6.26 (1H, d, $J = 15.6$ Hz, H-7), 4.18 (2H, t, $J = 6.6$ Hz, H-1'), 1.69 (2H, m), 1.24 (38H, br s), 0.92 (3H, t, $J = 6.9$ Hz, H-22'); ^{13}C -NMR ($CDCl_3$, 100 MHz) δ : 169.3 (C-9), 149.5 (C-3), 147.1 (C-4), 146.3 (C-7), 127.5 (C-1), 123.3 (C-6), 117.2 (C-5), 115.6 (C-8), 114.0 (C-2), 64.5 (C-1'), 32.5 (C-2'), 30.4~23.2 (C-3'~C-21'), 14.2 (C-22')。以上数据与文献^[8]一致, 确定化合物 **6**

为反式咖啡酰二十二烷醇酯。

化合物 **7**: 白色粉末, ESI-MS: 517.5 $[M+H]^+$, 540.2 $[M+Na]^+$, 515.4 $[M-H]^-$ 。 1H -NMR ($CDCl_3$, 300 MHz) δ : 7.60 (1H, d, $J = 16.5$ Hz, H-8), 7.07 (1H, d, $J = 1.5$ Hz, H-2), 7.00 (1H, dd, $J = 8.4$, 1.5 Hz, H-6), 6.87 (1H, d, $J = 8.4$ Hz, H-5), 6.26 (1H, d, $J = 16.2$ Hz, H-7), 4.19 (2H, t, $J = 6.6$ Hz, H-1'), 1.69 (2H, m), 1.25 (42H, br s), 0.96 (3H, t, $J = 6.6$ Hz, H-24'); ^{13}C -NMR ($CDCl_3$, 100 MHz) δ : 169.4 (C-9), 149.5 (C-3), 148.1 (C-4), 147.3 (C-7), 128.5 (C-1), 124.3 (C-6), 116.2 (C-5), 116.6 (C-8), 115.0 (C-2), 64.5 (C-1'), 32.5 (C-2'), 30.4~23.2 (C-3'~C-23'), 14.2 (C-24')。经分析鉴定并且与文献数据^[9]对照基本一致, 确定化合物 **7** 为反式咖啡酰二十四烷醇酯。

化合物 **8**: 白色粉末, ESI-MS: 475.7 $[M+H]^+$, 497.2 $[M+Na]^+$, 474.3 $[M-H]^-$ 。 1H -NMR ($CDCl_3$, 300 MHz) δ : 7.60 (1H, d, $J = 15.9$ Hz, H-8), 7.09 (1H, dd, $J = 8.1$, 1.8 Hz, H-6), 7.04 (1H, d, $J = 1.8$ Hz, H-2), 6.91 (1H, d, $J = 8.1$ Hz, H-5), 6.29 (1H, d, $J = 15.9$ Hz, H-7), 4.19 (2H, t, $J = 6.6$ Hz, H-1'), 3.93 (3H, s, OCH_3), 1.68 (2H, m), 1.25 (34H, br s), 0.86 (3H, t, $J = 6.0$ Hz, H-20'); ^{13}C -NMR ($CDCl_3$, 100 MHz) δ : 167.4 (C-9), 147.9 (C-3), 146.7 (C-4), 144.6 (C-7), 127.0 (C-1), 123.0 (C-6), 115.6 (C-5), 114.7 (C-8), 109.3 (C-2), 55.9 ($-OCH_3$), 64.6 (C-1'), 31.9 (C-2'), 29.7~22.7 (C-3'~C-19'), 14.1 (C-20')。NOESY1D: 当照射 δ 3.93 时 δ 7.04 出现增益, 当照射 δ 6.91 时 δ 7.09 出现增益, 当照射 δ 7.09 时 δ 7.60、6.91、6.29、3.93 均出现增益, 从而说明是阿魏酸的酯。以上数据与文献数据^[8]完全一致, 确定化合物 **8** 为反式阿魏酰二十烷醇酯。

化合物 **9**: 白色粉末, ESI-MS: 503.7 $[M+H]^+$, 541.0 $[M+K]^+$, 501.4 $[M-H]^-$ 。 1H -NMR ($CDCl_3$, 300 MHz) δ : 7.65 (1H, d, $J = 15.9$ Hz, H-8), 7.07 (1H, dd, $J = 8.4$, 1.8 Hz, H-6), 7.04 (1H, d, $J = 1.8$ Hz, H-2), 6.92 (1H, d, $J = 8.4$ Hz, H-5), 6.29 (1H, d, $J = 15.9$ Hz, H-7), 4.19 (2H, t, $J = 6.9$ Hz, H-1'), 3.93 (3H, s, OMe), 1.67 (2H, m), 1.25 (38H, br s), 0.88 (3H, t, $J = 6.0$ Hz, H-22'); ^{13}C -NMR ($CDCl_3$, 100 MHz) δ : 167.4 (C-9), 147.9 (C-3), 144.6 (C-4), 130.6 (C-7), 128.8 (C-1), 123.0 (C-6), 115.7 (C-5), 114.7 (C-8), 109.3 (C-2), 55.9 ($-OCH_3$), 64.6 (C-1'), 31.9 (C-2'), 30.6~22.7 (C-3'~C-21'), 14.1 (C-22')。NOESY1D:

当照射 δ 3.93 时 δ 7.04 出现增益, 当照射 δ 6.92 时 δ 7.04 出现增益, 当照射 δ 7.04 时 δ 7.65、6.92、6.29、3.93 均出现增益, 从而说明是阿魏酸的酯。以上数据与文献数据^[8]完全一致, 确定化合物 **9** 为反式阿魏酰二十二烷醇酯。

化合物 **10**: 白色粉末, ESI-MS: 531.7 $[M+H]^+$, 568.0 $[M+K]^+$, 529.4 $[M-H]^-$ 。 1H -NMR ($CDCl_3$, 300 MHz) δ : 7.60 (1H, d, $J = 15.9$ Hz, H-8), 7.07 (1H, dd, $J = 8.4, 1.8$ Hz, H-6), 7.04 (1H, d, $J = 1.8$ Hz, H-2), 6.92 (1H, d, $J = 8.4$ Hz, H-5), 6.29 (1H, d, $J = 15.9$ Hz, H-7), 4.19 (2H, t, $J = 6.9$ Hz, H-1'), 3.93 (3H, s, OMe), 1.67 (2H, m), 1.25 (38H, br s), 0.88 (3H, t, $J = 6.0$ Hz, H-24'); ^{13}C -NMR ($CDCl_3$, 100 MHz) δ : 167.4 (C-9), 147.9 (C-3), 144.6 (C-4), 130.6 (C-7), 128.8 (C-1), 123.0 (C-6), 115.7 (C-5), 114.7 (C-8), 109.3 (C-2), 55.9 (-OCH₃), 64.6 (C-1'), 31.9 (C-2'), 30.6~22.7 (C-3'~C-23'), 14.1 (C-24')。NOESY1D: 当照射 δ 3.93 时 δ 7.04 出现增益, 当照射 δ 6.92 时 δ 7.04 出现增益, 当照射 δ 7.04 时 δ : 7.60、6.92、6.29、3.93 均出现增益, 从而说明是阿魏酸的酯。以上数据与文献数据^[10]完全一致, 确定化合物 **10** 为反式阿魏酰二十四烷醇酯。

化合物 **11**: 白色粉末, mp 109~110 °C, ESI-MS m/z : 137.1 $[M+H]^+$, 135.1 $[M-H]^-$ 。 1H -NMR ($CDCl_3$, 300 MHz) δ : 7.91 (2H, d, $J = 8.4$ Hz, H-2, 6), 6.90 (2H, d, $J = 8.4$ Hz, H-3, 5), 2.57 (3H, s, -COCH₃); ^{13}C -NMR ($CDCl_3$, 100 MHz) δ : 130.2 (C-1), 131.1 (C-2, 6), 115.4 (C-3, 5), 160.5 (C-4), 114.6 (C-5), 197.6 (C-7), 26.3 (C-8)。经过分析鉴定与文献数据^[11]一致, 确定此化合物 **11** 为 4-羟基苯乙酮。

化合物 **12**: 白色粉末, mp 50~51 °C。ESI-MS m/z : 215.0 $[M+H]^+$, 213.4 $[M-H]^-$, 1H -NMR ($CDCl_3$, 300 MHz) δ : 2.35 (2H, t, $J = 7.5$ Hz, -CH₂COOH), 1.63 (2H, m), 1.25 (br s, CH₂×9), 0.88 (3H, t, $J = 7.5$ Hz, -CH₃)。红外光谱: 2 904、1 700、1 278 cm^{-1} 。以上数据与文献数据^[2]一致, 确定化合物 **12** 为正十三碳酸。

化合物 **13**: 白色粉末, mp 50~51 °C。ESI-MS m/z : 229.0 $[M+H]^+$, 227.4 $[M-H]^-$, 1H -NMR ($CDCl_3$, 300 MHz) δ : 2.64 (2H, t, $J = 6.2$ Hz, -CH₂COOH), 1.56 (2H, m, -CH₂CH₂COOH), 1.28

(brs, CH₂×10), 0.88 (3H, t, $J = 6.6$ Hz, -CH₃)。红外光谱: 2 897、1 710 cm^{-1} 。以上数据与文献数据^[12]一致, 确定化合物 **13** 为正十四碳酸。

化合物 **14**: 白色粉末, 经与胡萝卜苷对照品点进行薄层色谱对照, 两者 Rf 值以及颜色反应均一致, 且混合以后熔点不下降, 故鉴定为胡萝卜苷。

化合物 **15**: 无色针晶, 薄层检识在不同溶剂系统下展开的 Rf 值与谷甾醇对照品相一致, 且混合后熔点不降低, 故鉴定为 β -谷甾醇。

参考文献

- [1] 中国科学院中国植物志编辑委员会. 中国植物志 [M]. 北京: 科学出版社, 1979.
- [2] 朱格麟. 藜科植物的起源、分布和地理分布 [J]. 植物分类学报, 1996, 34(5): 486-504.
- [3] 陈 华, 李援朝. 假木贼属植物化学成分及生物活性研究进展 [J]. 天然产物研究与开发, 2004, 16(6): 585-589.
- [4] Du H, Wang Y, Yan C, *et al.* Alkaloids from *Anabasis aphylla* L. [J]. *J Asian Nat Prod Res*, 2008, 10(11): 1093-1095.
- [5] Tilyabaev Z, Abduvakhobov A A. Alkaloids of *Anabasis aphylla* and their cholinergic activities [J]. *Chem Nat Compd*, 1998, 34: 295-297.
- [6] Li W L, Wang H Q, Gong T, *et al.* A new caffeate from the aerial parts of *Anabasis aphylla* [J]. *Chin Herb Med*, 2010, 2(4): 248-249.
- [7] Garcia-Argaez A N, Perez-Amador M C, Aguirre-Hernandez E, *et al.* Two new caffeate esters from roots of *Merremia tuberosa* and *M. dissecta* [J]. *Plant Med*, 1999, 65(7): 678-679.
- [8] Bolleddula J, Mulabagal V, Yan J Z. Impact of alkyl esters of caffeic and ferulic acids on tumor cell proliferation, cyclooxygenase enzyme, and lipid peroxidation [J]. *J Agric Food Chem*, 2006, 54: 5375.
- [9] 叶 娟. 中药天葵子的化学成分研究 [J]. 四川省卫生管理干部学院学报, 2009, 28(2): 94-96.
- [10] 韦 宏, 文东旭, 刘晓松, 等. 广西血竭石油醚和醋酸乙酯部位中的化学成分(II) [J]. 中国中药杂志, 1998, 23(10): 616-618.
- [11] Kim I H, Knaeko N, Uchiyama N, *et al.* Two phenylpropanoid glycosides from *Neopicrorhiza scrohpulariiflora* [J]. *Chem Pharm Bull*, 2006, 54(2): 275-277.
- [12] 冯 煦, 官志健, 张涵庆, 等. 柳叶芹化学成分的研究 [J]. 生物学杂志, 1998, 15(4): 25-26.