

## 野核桃叶化学成分研究

陈超, 胡钰, 孙家祥, 皮慧芳, 张鹏, 阮汉利\*

华中科技大学同济医学院药学院 湖北省天然药物化学与资源评价重点实验室, 湖北 武汉 430030

**摘要:** 目的 研究野核桃 *Juglans cathayensis* 叶的化学成分。方法 使用多种柱色谱技术对野核桃叶 95%乙醇提取物进行分离纯化, 根据理化常数和波谱数据对化合物的结构进行鉴定。结果 共鉴定出 21 个单体化合物, 分别为 2-(*n*-octacosanoxy) ethanol (1)、(+)-galeon (2)、juglathnin A (3)、2-乙氧基胡桃醌 (4)、山柰酚 (5)、山柰酚-3-*O*-吡喃葡萄糖苷 (6)、槲皮素-3-*O*-吡喃葡萄糖苷 (7)、6, 7-二羟基香豆素 (8)、*Z*-*P*-coumaryl-hexacosanoate (9)、香草酸 (10)、咖啡酸 (11)、邻苯二甲酸 (12)、二十四烷酸 (13)、二十八烷醇 (14)、十六烷酸- $\alpha$ -单甘油酯 (15)、二十九烷醇 (16)、二十五烷醇 (17)、硬脂酸 (18)、软脂酸 (19)、 $\beta$ -谷甾醇 (20)、 $\beta$ -胡萝卜苷 (21)。结论 化合物 1 为新化合物, 化合物 2~21 均为首次从野核桃叶中分离得到。

**关键词:** 野核桃; 2-(*n*-octacosanoxy) ethanol; 2-乙氧基胡桃醌; 山柰酚; 山柰酚-3-*O*-吡喃葡萄糖苷

中图分类号: R284.1 文献标志码: A 文章编号: 0253-2670(2011)11-2177-04

## Chemical constituents from leaves of *Juglans cathayensis*

CHEN Chao, HU Yu, SUN Jia-xiang, PI Hui-fang, ZHANG Peng, RUAN Han-li

Hubei Key Laboratory of Natural Medicinal Chemistry and Resource Evaluation, Faculty of Pharmacy, Tongji Medical College of Huazhong University of Science and Technology, Wuhan 430030, China

**Abstract:** **Objective** To study the chemical constituents from the leaves of *Juglans cathayensis*. **Methods** The chemical constituents were isolated by various chromatography techniques and their structures were elucidated on the basis of spectroscopic analysis. **Results** Twenty-one compounds were isolated and identified as 2-(*n*-octacosanoxy) ethanol (1), (+)-galeon (2), juglathnin A (3), 2-ethoxyjuglone (4), kaempferol (5), kaempferol-3-*O*-glucopyranoside (6), quercetin-3-*O*-glucopyranoside (7), 6, 7-dihydroxycoumarin (8), *Z*-*P*-coumaryl-hexacosanoate (9), vanillic acid (10), caffeic acid (11), phthalic acid (12), isosclachoceric acid (13), octacosanol (14), daturic acid 2, 3-dihydroxypropyl (15), nonacosyl alcohol (16), pentacosane alcohol (17), octadecanoic acid (18), hexadecanoic acid (19),  $\beta$ -sitosterol (20), and  $\beta$ -daucosterol (21), respectively. **Conclusion** Compound 1 is new and compounds 2—21 are isolated from the leaves of *J. cathayensis* for the first time.

**Key words:** *Juglans cathayensis* Dode; 2-(*n*-octacosanoxy) ethanol; 2-ethoxyjuglone; kaempferol; kaempferol-3-*O*-glucopyranoside

野核桃 *Juglans cathayensis* Dode, 又名中国核桃, 属胡桃科核桃属植物, 分布于中国大陆及台湾地区, 资源丰富。据《本草纲目》和《中国木本药用植物》记载, 其叶、枝、果皮、树皮及果仁均可入药, 适于治疗乳腺痛、乳腺癌、胃痛及痰气交阻之食道癌。目前仅有关于野核桃叶粗提物抗菌活性的报道<sup>[1]</sup>, 而国内外均未对其药理活性及化学成分进行深入研究。前期研究表明, 野核桃叶乙醇浸膏具有较好的体外抗肿瘤活性。因此, 笔者对其化学成分进行深入研究, 从中分离得到 21 个化合物并对

其进行结构鉴定。

### 1 仪器与材料

Bruker AM-400 型核磁共振仪, TMS 为内标; VG AutoSpec-3000 质谱仪; IR-460 红外光谱仪; X-4 型熔点仪; RE-52AA 旋转蒸发器 (上海亚荣生化仪器厂); 柱色谱用硅胶 (100~200、200~300 目) 及高效硅胶 H 板为青岛海洋化工厂生产; D-101 型大孔吸附树脂为天津市海光化工有限公司产品; Sephadex LH-20 为 Amersham Pharmacia Biotech 公司产品; 实验试剂均为分析纯。

收稿日期: 2011-06-28

基金项目: 国家自然科学基金资助项目 (30873361); 湖北省自然科学基金资助项目 (2006ABA125)

作者简介: 陈超 (1985—), 湖南张家界人, 华中科技大学同济医学院药学院研究生, 从事天然产物分离纯化和结构鉴定研究。

E-mail: clcc0222@gmail.com

\*通讯作者 阮汉利 Tel: (027)83657870 E-mail: ruanhl@mails.tjmu.edu.cn

网络出版时间: 2011-10-14 网络出版地址: <http://www.cnki.net/kcms/detail/12.1108.R.20111014.1422.001.html>

野核桃叶于 2007 年 7 月采自湖北省神农架地区, 由神农架药品检验所石世贵主任药师鉴定为胡桃科植物野核桃 *Juglans cathayensis* Dode 的干燥叶。植物标本 (20070701) 现保存于华中科技大学同济医学院天然药物化学教研室。

## 2 提取与分离

野核桃叶 (10 kg) 碾碎, 95%乙醇浸泡 3 次, 每次 48 h, 浸泡液合并, 减压回收溶剂, 得粗提物 2 kg。将粗提物混悬于水中, 依次用石油醚、醋酸乙酯、正丁醇萃取。石油醚部位 150 g、醋酸乙酯部位 60 g 分别经硅胶反复柱色谱分离, 石油醚-醋酸乙酯、氯仿-甲醇梯度洗脱, Sephadex LH-20 柱色谱等分离纯化, 得到化合物 **1** (13 mg)、**2** (25 mg)、**3** (18 mg)、**4** (28 mg)、**5** (54 mg)、**6** (11 mg)、**7** (12 mg)、**8** (10 mg)、**9** (14 mg)、**10** (12 mg)、**11** (15 mg)、**12** (20 mg)、**13** (9 mg)、**14** (15 mg)、**15** (21 mg)、**16** (23 mg)、**17** (16 mg)、**18** (18 mg)、**19** (34 mg)、**20** (220 mg)、**21** (140 mg)。

## 3 结构鉴定

化合物 **1**: 白色粉末, 易溶于氯仿、甲醇。mp 77~78 °C。IR  $\nu_{\max}^{\text{KBr}}$  (cm<sup>-1</sup>): 3 437, 2 918, 2 850, 1 419, 1 137, 1 071。由 HR-ESI-MS  $m/z$ : 455.481 6 [M+H]<sup>+</sup> (计算值 455.482 8) 得化合物 **1** 的分子式为 C<sub>30</sub>H<sub>62</sub>O<sub>2</sub>。<sup>1</sup>H-NMR (400 MHz, CDCl<sub>3</sub>) 提示该化合物有 3 个连氧亚甲基, 分别位于  $\delta_{\text{H}}$  3.79 (2H, t,  $J = 4.4$  Hz, H-2'), 3.65 (2H, t,  $J = 4.4$  Hz, H-1') 以及 3.64 (2H, t,  $J = 4.4$  Hz, H-1) 处。根据 <sup>13</sup>C-NMR (100 MHz, CDCl<sub>3</sub>)、DEPT、HSQC 谱可推断与之相对应的碳分别为  $\delta_{\text{C}}$  61.9 (C-2'), 63.1 (C-1'), 72.2 (C-1), 结合 <sup>1</sup>H-<sup>1</sup>H COSY 和 HMBC 谱推测该化合物具有 -CH<sub>2</sub>OCH<sub>2</sub>CH<sub>2</sub>OH 片段。<sup>1</sup>H-NMR 谱中  $\delta_{\text{H}}$  1.58 (2H, m), 1.26 (50H, m), 0.89 (3H, t) 为长链脂肪醇的从  $\beta$  位亚甲基到末端甲基的质子信号。<sup>13</sup>C-NMR 中  $\delta$  22.7~32.8 为长链部分 2~27 位亚甲基信号,  $\delta_{\text{C}}$  14.1 为末端 28 位甲基信号。由以上信息可知该化合物为 -CH<sub>2</sub>OCH<sub>2</sub>CH<sub>2</sub>OH 片段连接一个 27 碳长链脂肪烷类化合物。通过 <sup>1</sup>H-<sup>1</sup>H COSY、HMBC (图 1) 和 HSQC 图谱的相关关系, 鉴定该化合物为 2-(*n*-octacosanoxy) ethanol, 为一新化合物。该化合物的 <sup>1</sup>H-NMR 和 <sup>13</sup>C-NMR 光谱数据见表 1。

化合物 **2**: 无色针晶 (甲醇), mp 178~181 °C,  $[\alpha]_{\text{D}}^{20} + 22.5^{\circ}$  (MeOH)。<sup>1</sup>H-NMR (400 MHz, CDCl<sub>3</sub>)  $\delta$ : 1.53~1.67 (4H, m, H-10a, 11a, 12), 1.78 (1H, m, H-10b),

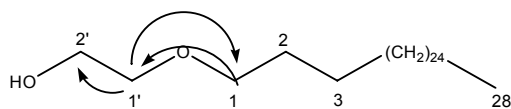


图 1 化合物 **1** 的结构和关键的 HMBC 相关

Fig. 1 Structure and key HMBC correlations of compound **1**

表 1 化合物 **1** 的 <sup>1</sup>H-NMR (400 MHz) 和 <sup>13</sup>C-NMR (100 MHz) 数据 (CDCl<sub>3</sub>)

Table 1 <sup>1</sup>H-NMR (400 MHz) and <sup>13</sup>C-NMR (100 MHz) data of compound **1** (CDCl<sub>3</sub>)

| 碳位   | $\delta_{\text{H}}$    | $\delta_{\text{C}}$ |
|------|------------------------|---------------------|
| 1    | 3.64 (t, $J = 4.4$ Hz) | 72.2                |
| 2    | 1.58 (m)               | 32.8                |
| 3~27 | 1.26 (m)               | 22.7~31.9           |
| 28   | 0.89 (t)               | 14.1                |
| 1'   | 3.65 (t, $J = 4.4$ Hz) | 63.1                |
| 2'   | 3.79 (t, $J = 4.4$ Hz) | 61.9                |

1.95 (1H, m, H-11b), 2.16~2.40 (2H, m, 8-H), 2.63 (1H, m, H-13), 2.72 (1H, m, H-7), 2.83 (1H, m, H-13), 2.98 (1H, m, H-7), 3.72 (3H, s, -OMe), 5.56 (1H, d,  $J = 2.0$  Hz, H-6), 5.78 (1H, s, Ph-OH), 6.61 (1H, dd,  $J = 8.1, 1.9$  Hz, H-4), 6.83 (1H, d,  $J = 8.1$  Hz, H-3), 6.87 (1H, d,  $J = 2.0$  Hz, H-15), 6.88 (1H, dd,  $J = 7.5, 2.0$  Hz, H-19), 7.01 (1H, d,  $J = 7.5$  Hz, H-18); <sup>13</sup>C-NMR (100 MHz, CDCl<sub>3</sub>)  $\delta$ : 147.3 (C-1), 143.2 (C-2), 115.1 (C-3), 122.1 (C-4), 133.3 (C-5), 112.3 (C-6), 27.4 (C-7), 41.4 (C-8), 210.4 (C-9), 46.4 (C-10), 19.1 (C-11), 27.5 (C-12), 36.0 (C-13), 140.2 (C-14), 115.1 (C-15), 152.2 (C-16), 142.8 (C-17), 124.1 (C-18), 122.1 (C-19), 56.1 (C-OMe)。以上光谱数据与文献报道一致<sup>[1]</sup>, 鉴定化合物 **2** 为 (+)-galeon。

化合物 **3**: 无色针晶 (甲醇)。<sup>1</sup>H-NMR (400 MHz, CDCl<sub>3</sub>)  $\delta$ : 6.91 (1H, d,  $J = 8.4$  Hz, H-19), 6.82 (1H, d,  $J = 8.2$  Hz, H-3), 6.69 (1H, dd,  $J = 8.2, 2.1$  Hz, H-4), 6.59 (1H, d,  $J = 8.4$  Hz, H-18), 5.62 (1H, s, Ph-OH), 5.57 (1H, d,  $J = 2.1$  Hz, H-6), 3.97 (3H, s, 20-OMe), 3.94 (3H, s, 21-OMe), 3.17 (1H, m, H-13), 2.99 (1H, m, H-7a), 2.76 (1H, m, H-7b), 2.40 (1H, m, H-13), 2.26~2.35 (2H, m, H-8), 2.08 (1H, m, H-10), 1.82 (1H, m, H-10), 1.53~1.75 (4H, m, H-11, 12); <sup>13</sup>C-NMR (100 MHz, CDCl<sub>3</sub>)  $\delta$ : 148.9 (C-1), 147.9 (C-2), 121.6 (C-3), 112.9 (C-4), 134.2 (C-5), 111.8 (C-6), 27.0 (C-7), 41.1 (C-8), 210.2 (C-9), 46.1

(C-10), 18.9 (C-11), 24.6 (C-12), 29.8 (C-13), 124.7 (C-14), 139.7 (C-15), 145.5 (C-16), 146.5 (C-17), 115.8 (C-18), 129.0 (C-19), 61.6 (2-OMe), 56.1 (16-OMe)。以上数据与文献报道一致<sup>[2]</sup>, 故鉴定化合物 **3** 为 juglathnin A。

化合物 **4**: 淡黄色片状晶体。<sup>1</sup>H-NMR (400 MHz, CDCl<sub>3</sub>)  $\delta$ : 1.53 (3H, t,  $J = 7.2$  Hz, -OCH<sub>2</sub>CH<sub>3</sub>), 4.12 (2H, q,  $J = 7.2$  Hz, -OCH<sub>2</sub>CH<sub>3</sub>), 6.09 (1H, s, H-3), 7.67 (dd,  $J = 7.5, 1.2$  Hz, H-6), 7.59 (t,  $J = 7.5$  Hz, H-7), 7.29 (d,  $J = 7.5, 1.2$  Hz, H-8); <sup>13</sup>C-NMR (100 MHz, CDCl<sub>3</sub>)  $\delta$ : 190.1 (C-1), 179.4 (C-4), 161.0 (C-5), 160.3 (C-2), 135.4 (C-7), 131.1 (C-9), 125.0 (C-8), 119.0 (C-10), 114.6 (C-6), 109.8 (C-3), 65.6 (C-1'), 13.9 (C-2')。以上数据与文献报道一致<sup>[3]</sup>, 鉴定化合物 **4** 为 2-乙氧基胡桃醌。

化合物 **5**: 黄色针状结晶, mp 267~269 °C。IR  $\nu_{\text{max}}^{\text{KBr}}$  (cm<sup>-1</sup>): 3 338, 1 660, 1 610, 1 507, 1 457, 1 383, 1 176。<sup>1</sup>H-NMR (400 MHz, CD<sub>3</sub>OD)  $\delta$ : 8.10 (2H, d,  $J = 8.8$  Hz, H-2', 6'), 6.90 (2H, d,  $J = 8.8$  Hz, H-3', 5'), 6.41 (1H, s, H-8), 6.19 (1H, s, H-6); <sup>13</sup>C-NMR (100 MHz, CD<sub>3</sub>OD)  $\delta$ : 177.0 (C-4), 165.7 (C-7), 160.5 (C-5), 158.3 (C-4'), 158.0 (C-9), 148.1 (C-2), 137.0 (C-3), 130.7 (C-2', 6'), 123.8 (C-1'), 116.3 (C-3', 5'), 104.5 (C-10), 99.4 (C-6), 94.5 (C-8)。以上数据与文献报道一致<sup>[4]</sup>, 鉴定化合物 **5** 为山柰酚。

化合物 **6**: 黄色粉末状固体, mp 276~279 °C。IR  $\nu_{\text{max}}^{\text{KBr}}$  (cm<sup>-1</sup>): 3 420, 1 661, 1 608, 1 507, 1 362, 1 182, 1 059。<sup>1</sup>H-NMR (400 MHz, CD<sub>3</sub>OD)  $\delta$ : 8.04 (2H, dd,  $J = 7.0, 2.0$  Hz, H-2', 6'), 6.88 (2H, dd,  $J = 7.0, 2.0$  Hz, H-3', 5'), 6.42 (1H, d,  $J = 2.0$  Hz, H-8), 6.21 (1H, d,  $J = 2.0$  Hz, H-6), 3.15~3.72 (5H, m, H-2''~6''); <sup>13</sup>C-NMR (100 MHz, CD<sub>3</sub>OD)  $\delta$ : 177.4 (C-4), 164.1 (C-7), 160.5 (C-5), 158.3 (C-4'), 157.0 (C-9), 156.3 (C-2), 133.2 (C-3), 130.7 (C-2', 6'), 120.8 (C-1'), 115.3 (C-3', 5'), 104.5 (C-10), 100.8 (C-1''), 98.6 (C-6), 93.6 (C-8), 77.5 (C-5''), 76.4 (C-3''), 74.2 (C-2''), 69.9 (C-4''), 60.8 (C-6'')。以上光谱数据与文献报道一致<sup>[5]</sup>, 鉴定化合物 **6** 为山柰酚-3-*O*-吡喃葡萄糖苷。

化合物 **7**: 黄色粉末状固体, mp 269~272 °C。<sup>1</sup>H-NMR (400 MHz, CD<sub>3</sub>OD)  $\delta$ : 7.71 (1H, d,  $J = 2.0$  Hz, H-2'), 7.51 (1H, dd,  $J = 8.4, 2.0$  Hz, H-6'), 6.87 (1H, d,  $J = 8.4$  Hz, H-5'), 6.42 (1H, d,  $J = 2.0$  Hz, H-8), 6.21 (1H, d,  $J = 2.0$  Hz, H-6), 3.15~3.72 (5H,

m, H-2'', 6''); <sup>13</sup>C-NMR (100 MHz, CD<sub>3</sub>OD)  $\delta$ : 178.1 (C-4), 164.6 (C-7), 161.7 (C-9), 158.1 (C-2), 157.0 (C-5), 148.4 (C-4'), 144.5 (C-3'), 134.2 (C-3), 130.9 (C-1'), 121.7 (C-6'), 116.1 (C-5'), 114.6 (C-2'), 104.3 (C-1'), 102.9 (C-10), 98.5 (C-6), 93.6 (C-8), 77.0 (C-5''), 76.7 (C-3''), 74.3 (C-2''), 69.3 (C-4''), 61.2 (C-6'')。以上数据与文献报道一致<sup>[6]</sup>, 鉴定化合物 **7** 为槲皮素-3-*O*-吡喃葡萄糖苷。

化合物 **8**: 微褐色针状结晶, mp 263~265 °C。<sup>1</sup>H-NMR (400 MHz, CD<sub>3</sub>OD)  $\delta$ : 7.01 (1H, d,  $J = 9.2$  Hz, H-4), 6.16 (1H, s, H-5), 6.00 (1H, s, H-8), 5.41 (1H, d,  $J = 9.2$  Hz, H-3); <sup>13</sup>C-NMR (100 MHz, CD<sub>3</sub>OD)  $\delta$ : 160.9 (C-2), 149.7 (C-7), 148.3 (C-9), 143.7 (C-4), 142.3 (C-6), 111.6 (C-3), 111.0 (C-5), 110.2 (C-10), 102.0 (C-8)。以上数据与文献报道一致<sup>[7]</sup>, 鉴定化合物 **8** 为 6, 7-二羟基香豆素。

化合物 **9**: 白色粉末。<sup>1</sup>H-NMR (400 MHz, C<sub>5</sub>D<sub>5</sub>N)  $\delta$ : 7.33 (2H, d,  $J = 8.4$  Hz, H-2', 6'), 7.17 (2H, d,  $J = 8.4$  Hz, H-3', 5'), 6.70 (1H, d,  $J = 11.7$  Hz, H-7'), 5.86 (1H, dt,  $J = 11.7, 6.4$  Hz, H-8'), 5.12 (2H, dd,  $J = 6.4, 0.8$  Hz, H-9'), 2.40 (2H, t,  $J = 7.4$  Hz, H-2), 1.67 (2H, m, H-3), 1.24~1.31 (44H, br s, H-4~25), 0.86 (3H, t,  $J = 6.4$  Hz, H-26); <sup>13</sup>C-NMR (100 MHz, C<sub>5</sub>D<sub>5</sub>N)  $\delta$ : 173.4 (C-1), 34.3 (C-2), 25.3 (C-3), 24.4~30.0 (C-4~23), 32.1 (C-24), 22.9 (C-25), 14.3 (C-26), 127.7 (C-1'), 130.9 (C-2'), 116.3 (C-3'), 158.8 (C-4'), 116.3 (C-5'), 130.9 (C-6'), 132.8 (C-7'), 124.0 (C-8')。以上数据与文献报道一致<sup>[8]</sup>, 故鉴定化合物 **9** 为 *Z-P*-coumaryl-hexacosanoate。

化合物 **10**: 无色针晶, mp 215~217 °C。<sup>1</sup>H-NMR (400 MHz, CD<sub>3</sub>OD)  $\delta$ : 3.98 (3H, s, -OCH<sub>3</sub>), 7.56 (1H, dd,  $J = 8.7, 1.8$  Hz, H-6), 6.84 (1H, d,  $J = 8.7$  Hz, H-5), 7.54 (1H, d,  $J = 1.8$  Hz, H-2); <sup>13</sup>C-NMR (100 MHz, CD<sub>3</sub>OD)  $\delta$ : 172.5 (-COOH), 155.2 (C-4), 151.2 (C-3), 127.8 (C-1), 125.6 (C-6), 118.3 (C-5), 116.3 (C-2), 55.6 (-OCH<sub>3</sub>)。以上数据与文献报道基本一致<sup>[9]</sup>, 鉴定化合物 **10** 为 3-甲氧基-4-羟基苯甲酸, 即香草酸。

化合物 **11**: 淡黄色结晶, mp 221~223 °C, EI-MS  $m/z$ : 180 [M]<sup>+</sup>。<sup>1</sup>H-NMR (400 MHz, CD<sub>3</sub>OD)  $\delta$ : 7.56 (1H, d,  $J = 16.0$  Hz, H-7), 6.22 (1H, d,  $J = 16.0$  Hz, H-8), 7.04 (1H, d,  $J = 2.0$  Hz, H-6), 6.95 (1H, d,  $J = 2.0$  Hz, H-5), 6.93 (1H, t,  $J = 2.0$  Hz, H-3);

$^{13}\text{C}$ -NMR (100 MHz,  $\text{CD}_3\text{OD}$ )  $\delta$ : 176.2 (C-9), 114.6 (C-7), 145.6 (C-8), 125.3 (C-2), 114.1 (C-3), 145.6 (C-5), 147.8 (C-6), 115.6 (C-4), 121.3 (C-1)。以上光谱数据与文献报道一致<sup>[5]</sup>, 故确定化合物 **11** 为咖啡酸。

化合物 **12**: 黄色粉末。 $^1\text{H}$ -NMR (400 MHz,  $\text{CD}_3\text{OD}$ )  $\delta$ : 6.80 (2H, d,  $J = 7.6$  Hz), 7.42 (2H, d,  $J = 7.6$  Hz)。以上数据与文献报道一致<sup>[10]</sup>, 鉴定化合物 **12** 为邻苯二甲酸。

化合物 **13**: 白色粉末。 $^1\text{H}$ -NMR (400 MHz,  $\text{CDCl}_3$ )  $\delta$ : 2.36 (2H, t,  $J = 7.5$  Hz, H-2), 1.65 (2H, m, H-3), 1.26~1.30 (40H, br s, H-4~23), 0.89 (3H, t,  $J = 6.8$  Hz, H-24)。以上数据与文献报道一致<sup>[11]</sup>, 故鉴定化合物 **13** 为二十四烷酸。

化合物 **14**: 白色粉末。 $^1\text{H}$ -NMR (400 MHz,  $\text{CDCl}_3$ )  $\delta$ : 3.64 (2H, t,  $J = 6.6$  Hz, H-1), 1.53~1.58 (4H, m), 1.25 (48H, m,  $\text{CH}_2 \times 24$ ), 0.88 (3H, t,  $J = 6.8$  Hz)。以上光谱数据与文献报道一致<sup>[12]</sup>, 故鉴定化合物 **14** 为二十八烷醇。

化合物 **15**: 无色针状结晶。 $^1\text{H}$ -NMR (400 MHz,  $\text{CDCl}_3$ )  $\delta$ : 4.18 (2H, m, H-1), 3.93 (1H, m, H-2), 3.66 (2H, m, H-3), 2.35 (2H, t,  $J = 7.6$  Hz, H-5), 1.63 (2H, m, H-6), 1.26~1.30 (24 H, br s,  $\text{CH}_2 \times 12$ ), 0.88 (3H, t,  $J = 6.8$  Hz, H-20)。以上数据与文献报道一致<sup>[13]</sup>, 鉴定化合物 **15** 为十六烷酸- $\alpha$ -单甘油酯。

化合物 **16**: 白色粉末, mp 94~95  $^\circ\text{C}$ , FAB-MS  $m/z$ : 424  $[\text{M}]^+$ 。 $^1\text{H}$ -NMR (400 MHz,  $\text{CDCl}_3$ )  $\delta$ : 3.64 (2H, t), 1.57 (2H, m), 1.25~1.36 (52H, m,  $\text{CH}_2 \times 26$ ), 0.88 (3H, t)。以上光谱数据与文献报道一致<sup>[14]</sup>, 鉴定化合物 **16** 为二十九烷醇。

化合物 **17**: 白色粉末。 $^1\text{H}$ -NMR (400 MHz,  $\text{CDCl}_3$ )  $\delta$ : 3.64 (2H, t), 1.25~1.59 (42H, m,  $\text{CH}_2 \times 21$ ), 1.25 (48H, br s), 0.88 (3H, t)。以上数据与文献报道一致<sup>[15]</sup>, 故鉴定化合物 **17** 为二十五烷醇。

化合物 **18**: 白色颗粒, mp 71~72  $^\circ\text{C}$ , 由质谱确定其分子式为  $\text{C}_{18}\text{H}_{36}\text{O}_2$ , EI-MS  $m/z$ : 284  $[\text{M}]^+$ 。 $^1\text{H}$ -NMR (400 Hz,  $\text{CDCl}_3$ )  $\delta$ : 2.33 (2H, t,  $J = 6.5$  Hz), 1.63 (2H, m), 1.28 (28H, m,  $\text{CH}_2 \times 14$ ), 0.88 (3H, t,  $J = 6.5$  Hz)。以上波谱数据与文献报道一致<sup>[16]</sup>, 故鉴定化合物 **18** 为硬脂酸。

化合物 **19**: 无色针晶。mp 51~53  $^\circ\text{C}$ 。IR  $\nu_{\text{max}}^{\text{KBr}}$  ( $\text{cm}^{-1}$ ): 3 400~2 500, 1 700, 1 280, 720。与红外标准图谱对照鉴定化合物 **19** 为软脂酸。

化合物 **20**: 白色针晶, mp 136~138  $^\circ\text{C}$ , 与对照品对照鉴定为  $\beta$ -谷甾醇。

化合物 **21**: 白色无定形粉末, mp 198~201  $^\circ\text{C}$ , 与对照品对照鉴定为  $\beta$ -胡萝卜素。

#### 参考文献

- [1] Morihara M, Sakurai N, Inoue T, *et al.* Two novel diarylheptanoid glucosides from *Myrica gale* var. *tomentosu* and absolute structure of plane-chiral galeon [J]. *Chem Pharm Bull*, 1997, 45(5): 820-823.
- [2] Li Y X, Ruan H L, Zhou X F, *et al.* Cytotoxic diarylheptanoids from pericarps of *Juglans cathayensis* Dode [J]. *Chem Res Chin Univ*, 2008, 24(4): 427-429.
- [3] 李贺然, 杨志刚, 王 珏. 胡桃枝的化学成分及抑制一氧化氮生成的作用 [J]. *天然产物研究与开发*, 2006, 18(3): 363-365.
- [4] 梁文娟, 马青云, 蒋合众, 等. 红毛丹果壳的化学成分研究 [J]. *中草药*, 2011, 42(7): 1271-1275.
- [5] 刘清华, 杨峻山. 石生齿缘草的化学成分 [J]. *中国天然药物*, 2005, 3(3): 178-180.
- [6] 官 智, 谭颂德, 苏镜娉. 云南柃 [*Docynia delavayi* (Franch.) Schneid.] 黄酮成分研究 [J]. *天然产物研究与开发*, 1999, 12(3): 34-37.
- [7] 谭俊杰, 蒋山好, 朱大元. 天山梭子芹化学成分的研究 [J]. *天然产物研究与开发*, 2005, 17(13): 267-271.
- [8] Fiorentino A, D'Abrosca B, Pacifico S, *et al.* Isolation and structure elucidation of antioxidant polyphenols from quince (*Cydonia vulgaris*) peels [J]. *J Agric Food Chem*, 2008, 56(8): 2660-2667.
- [9] 余竞光, 孙 兰. 中药砂仁化学成分研究 [J]. *中国中药杂志*, 1997, 22(4): 231-232.
- [10] 陶佳颐, 戴胜军, 刘军锋, 等. 胆木化学成分的研究 [J]. *中草药*, 2007, 38(8): 1155-1157.
- [11] 毕 博, 牛春林, 包京姗, 等. 翻白草化学成分研究 [J]. *吉林农业大学学报*, 2010, 32(4): 425-427.
- [12] 周剑侠, 康 露, 沈征武. 黑紫藜芦化学成分研究 [J]. *中国药物化学杂志*, 2006, 16(5): 303-305.
- [13] 刘劲松, 王 刚, 董 超, 等. 花生茎叶化学成分研究 [J]. *中成药*, 2008, 30(3): 419-421.
- [14] 张婷婷, 周劲松, 刘 英, 等. 抱茎柴胡地上部分的化学成分 [J]. *中国天然药物*, 2008, 6(6): 430-434.
- [15] Modak B, Torres R, Wilkens M, *et al.* Antibacterial activity of compounds isolated from the resinous exudate from *Heliotropium sinuatum* on phytopathogenic bacteria [J]. *J Chin Chem Soc*, 2004, 49(1): 1-3.
- [16] 汤海峰, 姚新生. 铁钉菜化学成分的研究 (3) [J]. *中国中药杂志*, 2002, 27(4): 269-273.