

紫椴花的化学成分研究

马微微¹, 刘 旻¹, 孟思彤¹, 穆立菁^{2*}, 王振月^{1*}

1. 黑龙江中医药大学药学院 中药资源教研室, 黑龙江 哈尔滨 150040

2. 东北林业大学林学院 树木学教研室, 黑龙江 哈尔滨 150040

摘要: 目的 研究椴树科椴树属植物紫椴 *Tilia amurensis* Rupr. 干燥花序的化学成分。方法 采用硅胶、ODS、Sephadex LH-20 柱色谱及制备 HPLC 等方法进行分离, 采用理化分析及 NMR、MS 等波谱学方法鉴定化合物结构。结果 从紫椴花 70%乙醇提取物醋酸乙酯部位分离得到 14 个化合物, 分别鉴定为蒙花苷(1)、异槲皮苷(2)、槲皮素(3)、紫云英苷(4)、银椴苷(5)、5, 7, 4'-三羟基-3'-甲氧基异黄酮(6)、香豌豆酚(7)、槲皮素-3-O- α -L-吡喃阿拉伯糖苷(8)、木栓酮(9)、 β -谷甾醇(10)、原儿茶酸(11)、茶碱(12)、咖啡因(13)、棕榈醇(14)。结论 化合物 1~5、7、8、10~12 为首次从该植物中分离得到, 化合物 7 为首次从椴树属植物中分离得到。

关键词: 紫椴; 蒙花苷; 银椴苷; 香豌豆酚; 槲皮素-3-O- α -L-吡喃阿拉伯糖苷; 原儿茶酸

中图分类号: R284.1 文献标志码: A 文章编号: 0253-2670(2014)17-2453-04

DOI: 10.7501/j.issn.0253-2670.2014.17.006

Chemical constituents from inflorescences of *Tilia amurensis*

MA Wei-wei¹, LIU Huan¹, MENG Si-tong¹, MU Li-qiang², WANG Zhen-yue¹

1. Department of Chinese Medicinal Resources, College of Pharmacy, Heilongjiang University of Chinese Medicine, Harbin 150040, China

2. Department of Dendrology, College of Forestry, Northeast Forestry University, Harbin 150040, China

Abstract: Objective To study the chemical constituents from the inflorescences of *Tilia amurensis*. **Methods** The chemical constituents were separated and purified by silica gel, Sephadex LH-20, ODS column chromatographies, and preparative HPLC. Their structures were determined by physicochemical properties and spectral data. **Results** Fourteen compounds were isolated from the ethyl acetate fraction of 70% ethanol extract in the inflorescences of *T. amurensis*, and identified as linarin (1), soquercitrin (2), quercetin (3), astragalin (4), tiliroside (5), 5, 7, 4'-trihydroxy-3'-methoxy isoflavone (6), orobol (7), quercetin-3-O- α -L-arabinopyranoside (8), friedelin (9), β -sitosterol (10), protocathechuic acid (11), theophylline (12), caffeine (13), and palm alcohol (14). **Conclusion** Compounds 1—5, 7, 8, and 10—12 are isolated from this plant for the first time, and compound 7 is found in the plants of *Tilia* Linn. for the first time.

Key words: *Tilia amurensis* Rupr.; linarin; tiliroside; orobol; quercetin-3-O- α -L-arabinopyranoside; protocathechuic acid

紫椴又名菩提树, 是古老而又传统的民间药用植物^[1], 在我国远古时期就把椴树的树皮和根皮用于治疗筋无力、慢性咳嗽、关节炎、风湿等疾病^[2], 为民间常用药材。本研究前期确定了紫椴花具有抗炎镇痛及抗菌作用^[3-5], 为进一步研究其化学成分, 合理开发利用紫椴资源, 本实验对紫椴花 70%乙醇提取物醋酸乙酯部位进行了系统化学成分研究, 从

中分离得到 14 个化合物, 分别鉴定为蒙花苷(linarin, 1)、异槲皮苷(isoquercitrin, 2)、槲皮素(quercetin, 3)、紫云英苷(astragalin, 4)、银椴苷(tiliroside, 5)、5, 7, 4'-三羟基-3'-甲氧基异黄酮(5, 7, 4'-trihydroxy-3'-methoxy isoflavone, 6)、香豌豆酚(orobol, 7)、槲皮素-3-O- α -L-吡喃阿拉伯糖苷(quercetin-3-O- α -L-arabinopyranoside, 8)、木栓酮

收稿日期: 2014-05-01

基金项目: 哈尔滨市科技创新人才基金(2013RFXXJ027); 黑龙江中医药大学优秀创新人才支持计划项目(2012RCQ15)

作者简介: 马微微(1980—), 女, 博士, 副教授, 药用植物资源开发及综合利用。

*通信作者 穆立菁 Tel: (0451)82191829 E-mail: mlq0417@163.com

王振月 Tel: (0451)87266873 E-mail: wangzhen_yue@163.com

(friedelin, 9)、 β -谷甾醇 (β -sitosterol, 10)、原儿茶酸 (protocatechuic acid, 11)、茶碱 (theophylline, 12)、咖啡因 (caffeine, 13)、棕榈醇 (palm alcohol, 14)。其中化合物 1~5、7、8、10~12 为首次从该植物中分离得到, 化合物 7 为首次从椴树属植物中分离得到。

1 仪器与材料

2535—2489 制备型 HPLC (美国 Waters 公司), Bruker—400 超导核磁共振光谱仪 (Bruker 公司); Acquity Ultra Performance LC-TM 液质联用色谱仪; Agilent 1200LC 分析型 HPLC, G1315D DAD 检测器 (安捷伦公司, 美国); 薄层色谱硅胶 (青岛海洋化工有限公司); 柱色谱硅胶 (青岛海洋化工厂分厂); 高效薄层色谱板 (天津市天河医疗仪器有限公司); ODS (烟台正海电子网板股份有限公司); Sephadex LH-20 (GE 公司); 所用试剂均为分析纯 (天津市富宇精细化工有限公司)。

紫椴花采自东北林业大学校园及黑龙江省农科院园艺分院, 经东北林业大学林学院树木学教研室主任, 穆立蓄教授鉴定为椴树科椴树属植物紫椴 *Tilia amurensis* Rupr. 的花序。

2 提取与分离

取干燥的紫椴花 5 kg, 用 70%乙醇加热回流提取 3 次, 每次 2 h, 滤过提取液, 合并滤液, 减压回收溶剂, 得干燥提取物粉末 1 kg。将提取物用蒸馏水混悬均匀, 用石油醚、醋酸乙酯和水饱和正丁醇依次进行萃取, 得醋酸乙酯部分 100 g。采用硅胶柱色谱, 二氯甲烷-甲醇 (100:0→0:100) 梯度洗脱, 合并得到 10 个馏份 (Fr. 1~10)。Fr. 2 (1.8 g) 经反复硅胶柱色谱, 石油醚-醋酸乙酯 (50:0→0:50) 梯度洗脱得到化合物 14 (200 mg)。Fr. 3 (12.9 g) 经反复硅胶柱色谱, 二氯甲烷-甲醇 (100:1→3:100) 梯度洗脱得到化合物 9 (1 mg)、Fr. 3.1 (3.1 g)、Fr. 3.2 (1.1 g)、Fr. 3.3 (0.5 g); Fr. 3.1、Fr. 3.2 分别经硅胶柱色谱, 二氯甲烷-甲醇 (50:0→0:50) 梯度洗脱得到化合物 11 (56 mg)、6 (5 mg); Fr. 3.3 经 ODS 反相柱色谱及制备 HPLC 分离纯化得化合物 13 (2 mg)。Fr. 4 (4.6 g) 经硅胶柱色谱及 ODS 柱色谱分离得到化合物 3 (10 mg); 经硅胶柱色谱及制备 HPLC 分离得到化合物 7 (5 mg)、12 (1 mg); Fr. 5 (16.4 g) 经硅胶柱色谱, 二氯甲烷-甲醇 (15:0→0:15) 梯度洗脱得到化合物 4 (400 mg)、5 (400 mg)、Fr. 5.1 (1 g)、Fr. 5.2 (1.8 g);

Fr. 5.1 经制备 HPLC 分离得到化合物 8 (10 mg);

Fr. 5.2 经 ODS 反向柱色谱及 Sephadex LH-20 分离得到化合物 10 (132 mg); Fr. 6 (26 g) 经硅胶柱色谱二氯甲烷-甲醇溶剂系统梯度洗脱得到化合物 1 (18 mg)、2 (120 mg)。

3 结构鉴定

化合物 1: 白色粉末 (甲醇), 分子式为 $C_{28}H_{32}O_{14}$ 。ESI-MS m/z : 593 $[M+H]^+$ 。 1H -NMR (500 MHz, C_5D_5N) δ : 6.87 (1H, s, H-3), 6.83 (1H, brs, H-6), 7.02 (1H, brs, H-8), 7.99 (2H, d, $J = 9.0$ Hz, H-2', 6'), 7.51 (2H, d, $J = 9.0$ Hz, H-3', 5'), 3.70 (3H, s, -OCH₃), 5.72 (1H, d, $J = 7.5$ Hz, Glc-H-1''), 4.10~4.70 (6H, m, Glc-H-2''~6''), 5.50 (1H, s, Rha-H-1'''), 4.70~5.30 (6H, m, Rha-H-2'''~5'''), 1.58 (3H, d, $J = 6.0$ Hz, Rha-H-6'''); ^{13}C -NMR (150 MHz, C_5D_5N) δ : 182.8 (C-4), 164.6 (C-2), 164.2 (C-9), 163.1 (C-5), 157.9 (C-7), 106.7 (C-10), 100.9 (C-6), 95.3 (C-8), 104.8 (C-3), 162.6 (C-4'), 128.8 (C-2', 6'), 123.1 (C-1'), 115.1 (C-3', 5'), 102.5 (C-1''), 78.4 (C-5''), 77.7 (C-3''), 74.7 (C-2''), 71.4 (C-4''), 67.6 (C-6''), 102.1 (C-1'''), 74.1 (C-4'''), 72.9 (C-3'''), 72.1 (C-2'''), 69.9 (C-5'''), 18.6 (C-6'''), 55.5 (-OCH₃)。以上数据与文献报道一致^[6], 故鉴定化合物 1 为蒙花苷。

化合物 2: 黄色粉末 (甲醇), 分子式为 $C_{21}H_{20}O_{12}$, ESI-MS m/z : 465 $[M+H]^+$ 。 1H -NMR (500 MHz, CD_3OD) δ : 6.33 (1H, d, $J = 2.0$ Hz, H-8), 6.14 (1H, d, $J = 2.0$ Hz, H-6), 7.65 (1H, d, $J = 2.0$ Hz, H-2'), 7.53 (1H, dd, $J = 8.5, 2.0$ Hz, H-6'), 6.82 (1H, d, $J = 8.5$ Hz, H-5'), 5.20 (1H, d, $J = 7.5$ Hz, Glc-H-1''), 3.10~3.80 (6H, m, Glc-H-2''~6''); ^{13}C -NMR (125 MHz, CD_3OD) δ : 156.2 (C-2), 133.2 (C-3), 177.3 (C-4), 161.1 (C-5), 100.7 (C-6), 164.0 (C-7), 93.4 (C-8), 156.0 (C-9), 103.8 (C-10), 120.9 (C-1'), 115.1 (C-2'), 144.7 (C-3'), 148.3 (C-4'), 115.8 (C-5'), 121.5 (C-6'), 104.4 (C-1''), 75.7 (C-2''), 78.4 (C-3''), 71.2 (C-4''), 78.1 (C-5''), 62.6 (C-6'')。以上数据与文献报道一致^[7], 故鉴定化合物 2 为异槲皮苷。

化合物 3: 黄绿色粉末 (甲醇), ESI-MS m/z : 303 $[M+H]^+$ 。分子式为 $C_{15}H_{10}O_7$ 。 1H -NMR (500 MHz, CD_3OD) δ : 6.11 (1H, d, $J = 2.0$ Hz, H-8), 6.32 (1H, d, $J = 2.0$ Hz, H-6), 7.67 (1H, d, $J = 2.0$ Hz, H-2'), 7.58 (1H, dd, $J = 8.5, 2.0$ Hz, H-6'), 6.82 (1H, d, $J = 8.5$ Hz, H-5'); ^{13}C -NMR (125 MHz, CD_3OD) δ : 158.3

(C-2), 137.2 (C-3), 177.3 (C-4), 148.8 (C-5), 99.2 (C-6), 165.6 (C-7), 94.4 (C-8), 162.5 (C-9), 104.5 (C-10), 124.2 (C-1'), 116.0 (C-2'), 146.2 (C-3'), 148.0 (C-4'), 116.2 (C-5'), 121.7 (C-6')。以上数据与文献报道一致^[7], 故鉴定化合物 **3** 为槲皮素。

化合物 **4**: 黄色针晶 (甲醇), ESI-MS m/z : 449 $[M+H]^+$, 分子式为 $C_{21}H_{20}O_{11}$ 。 1H -NMR (500 MHz, CD_3OD) δ : 6.34 (1H, d, $J = 2.0$ Hz, H-8), 6.15 (1H, d, $J = 2.0$ Hz, H-6), 8.01 (1H, d, $J = 9.0$ Hz, H-2', 6'), 6.85 (1H, d, $J = 9.0$ Hz, H-3', 5'), 5.20 (1H, d, $J = 7.0$ Hz, Glc-H-1"), 3.10~3.60 (6H, m, Glc-H-2"~6"); ^{13}C -NMR (125 MHz, CD_3OD) δ : 159.1 (C-2), 135.5 (C-3), 179.6 (C-4), 163.1 (C-5), 99.9 (C-6), 166.1 (C-7), 94.8 (C-8), 158.6 (C-9), 105.7 (C-10), δ 122.8 (C-1'), 132.3 (C-2', 6'), 116.1 (C-3', 5'), 161.6 (C-4'), 葡萄糖上的 6 个碳信号 δ 104.1 (C-1"), 75.8 (C-2"), 78.1 (C-3"), 71.4 (C-4"), 78.4 (C-5"), 62.7 (C-6")。以上数据与文献报道一致^[8], 故鉴定化合物 **4** 为紫云英苷。

化合物 **5**: 黄色针晶 (甲醇)。ESI-MS m/z : 595 $[M+H]^+$, 分子式为 $C_{30}H_{26}O_{13}$ 。 1H -NMR (500 MHz, CD_3OD) δ : 6.07 (1H, d, $J = 2.0$ Hz, H-6), 6.23 (1H, d, $J = 2.0$ Hz, H-8), 7.93 (1H, d, $J = 7.0$ Hz, H-2', 6'), 6.76 (1H, d, $J = 7.0$ Hz, H-3', 5'), 5.19 (1H, d, $J = 7.5$ Hz, Glc-H-1"), 3.35~3.24 (4H, m, Glc-H-2"~5"), 4.26 (1H, dd, $J = 11.5, 2.0$ Hz, Glc-H-6"a), 4.15 (1H, dd, $J = 11.5, 6.5$ Hz, Glc-H-6"b), 葡萄糖 C-6 取代基 (香豆酰基) δ : 7.24 (1H, d, $J = 9.0$ Hz, H-2''', 6'''), 6.76 (1H, d, $J = 9.0$ Hz, H-3''', 5'''), 7.45 (1H, d, $J = 16.0$ Hz, H-7'''), 6.02 (1H, d, $J = 16.0$ Hz, H-8'''); ^{13}C -NMR (125 MHz, CD_3OD) δ : 159.3 (C-2), 135.2 (C-3), 179.4 (C-4), 162.9 (C-5), 100.0 (C-6), 165.9 (C-7), 94.8 (C-8), 158.4 (C-9), 105.6 (C-10), 122.7 (C-1'), 132.2 (C-2', 6'), 116.0 (C-3', 5'), 161.1 (C-4'), 104.0 (C-1"), 75.8 (C-2"), 78.0 (C-3"), 71.7 (C-4"), 75.7 (C-5"), 64.3 (C-6"), 146.5 (C-7'''), 114.8 (C-8'''); δ 127.1 (C-1'''), 131.2 (C-2''', 6'''), 116.8 (C-3''', 2'''), 161.5 (C-4'''), 168.8 (C-9''')。以上数据与文献报道一致^[9], 故鉴定化合物 **5** 为银椴苷。

化合物 **6**: 白色粉末 (氯仿)。ESI-MS m/z : 301 $[M+H]^+$ 。分子式为 $C_{16}H_{12}O_6$ 。 1H -NMR (500 MHz, $CDCl_3$) δ : 7.99 (1H, s, OH-2), 6.30 (1H, d, $J = 2.0$ Hz, H-8), 6.37 (1H, d, $J = 2.5$ Hz, H-6), 7.13 (1H, d, $J =$

1.5 Hz, H-2'), 6.96 (1H, d, $J = 8.0$ Hz, H-5'), 6.99 (1H, d, $J = 8.0$ Hz, H-6'), 3.94 (3H, s, $-OCH_3$)。在 HMQC 谱中, 芳香质子信号 δ 3.94 与 δ 146.1 碳信号相关, 故甲氧基取代在 3' 位上。 ^{13}C -NMR (125 MHz, $CDCl_3$) δ : 152.8 (C-2), 122.6 (C-3), 180.8 (C-4), 161.8 (C-5), 99.5 (C-6), 163.1 (C-7), 94.0 (C-8), 158.0 (C-9), 106.5 (C-10), 123.9 (C-1'), 114.5 (C-2'), 146.1 (C-3'), 146.4 (C-4'), 111.8 (C-5'), 121.8 (C-6'), 56.0 (OCH_3)。以上数据与文献报道一致^[10], 故鉴定化合物 **6** 为 5, 7, 4'-三羟基-3'-甲氧基异黄酮。

化合物 **7**: 浅黄色粉末 (甲醇)。ESI-MS m/z : 287 $[M+H]^+$, 其分子式为 $C_{15}H_{10}O_6$ 。 1H -NMR (400 MHz, $DMSO-d_6$) δ : 8.28 (1H, brs, 2-OH), 结合其 UV 在 262 nm 处有最大吸收峰, 判断此化合物为异黄酮类化合物; 6.99 (1H, d, $J = 1.6$ Hz), 6.81 (1H, dd, $J = 8.0, 1.6$ Hz), 6.77 (1H, d, $J = 8.0$ Hz) 为 AMX 耦合系统, 说明 B 环有 3', 4'-取代, 6.21 (1H, d, $J = 2.0$ Hz), 6.37 (1H, d, $J = 2.5$ Hz) 有 AX 耦合, 说明 A 环有 5, 7-取代。 ^{13}C -NMR (100 MHz, $DMSO-d_6$) δ : 153.9 (C-2), 122.39 (C-3), 180.2 (C-4), 161.8 (C-5), 99.09 (C-6), 162.0 (C-7), 93.69 (C-8), 157.6 (C-9), 104.4 (C-10), 121.6 (C-1'), 116.5 (C-2'), 145.5 (C-3'), 144.9 (C-4'), 115.4 (C-5'), 119.9 (C-6')。以上数据与文献报道一致^[11], 故鉴定化合物 **7** 为香豌豆酚。

化合物 **8**: 浅黄色粉末 (甲醇)。ESI-MS m/z : 435 $[M+H]^+$, 分子式为 $C_{20}H_{18}O_{11}$ 。 1H -NMR (600 MHz, $DMSO-d_6$) δ : 6.33 (1H, d, $J = 1.8$ Hz, H-8), 6.14 (1H, d, $J = 1.8$ Hz, H-6), 7.51 (1H, d, $J = 2.4$ Hz, H-2'), 7.67 (1H, dd, $J = 8.4, 1.8$ Hz, H-6'), 6.85 (1H, d, $J = 9.0$ Hz, H-5'), 5.28 (1H, d, $J = 4.8$ Hz, Arb-H-1"), 3.20~3.80 (5H, m, Arb-H-2"~5"); ^{13}C -NMR (150 MHz, $DMSO-d_6$) δ : 156.2 (C-2), 133.7 (C-3), 177.5 (C-4), 161.5 (C-5), 98.7 (C-6), 164.2 (C-7), 93.5 (C-8), 156.2 (C-9), 103.9 (C-10), 120.9 (C-1'), 115.3 (C-2'), 144.9 (C-3'), 148.6 (C-4'), 115.7 (C-5'), 122.1 (C-6'), 101.4 (C-1"), 71.6 (C-2"), 70.7 (C-3"), 66.1 (C-4"), 64.3 (C-5")。以上数据与文献报道一致^[12], 故鉴定化合物 **8** 为槲皮素-3-*O*- α -L-吡喃阿拉伯糖苷。

化合物 **9**: 白色针状结晶 (氯仿)。ESI-MS m/z : 427 $[M+H]^+$, 分子式为 $C_{30}H_{50}O$ 。 1H -NMR (500 MHz, $CDCl_3$) 图谱中可见在高场区出现多个甲基单峰, 结合 ^{13}C -NMR 谱中碳信号集中 δ 60.0 以下, 可判断此化合物母核为三萜。 δ 0.73 (3H, s, H-24),

0.87 (3H, s, H-25), 0.89 (3H, s, H-23), 0.95 (3H, s, H-26), 1.00 (3H, s, H-27), 1.01 (3H, s, H-29), 1.05 (3H, s, H-30), 1.18 (3H, s, H-28); ^{13}C -NMR (125 MHz, CDCl_3) δ : 22.3 (C-1), 41.5 (C-2), 213.2 (C-3), 58.2 (C-4), 42.2 (C-5), 41.3 (C-6), 18.2 (C-7), 53.1 (C-8), 37.5 (C-9), 59.5 (C-10), 35.6 (C-11), 30.5 (C-12), 39.7 (C-13), 38.3 (C-14), 32.8 (C-15), 36.0 (C-16), 30.0 (C-17), 42.8 (C-18), 35.4 (C-19), 28.2 (C-20), 32.4 (C-21), 39.3 (C-22), 6.8 (C-23), 14.7 (C-24), 17.9 (C-25), 20.3 (C-26), 18.7 (C-27), 32.1 (C-28), 31.8 (C-29), 35.0 (C-30)。 δ 213.2 可判断 2 位有羰基取代, 其他碳信号均位于高磁场区, 以上数据与文献报道一致^[13], 故鉴定化合物 **9** 为木栓酮。

化合物 **10**: 白色针状结晶 (氯仿), 经 HPLC 检测与 β -谷甾醇标准品一致, 故鉴定化合物 **10** 为 β -谷甾醇。

化合物 **11**: 无色针状结晶 (甲醇)。ESI-MS m/z : 155 $[\text{M}+\text{H}]^+$, 分子式为 $\text{C}_7\text{H}_6\text{O}_4$ 。 ^1H -NMR (500 MHz, CD_3OD) δ : 7.38 (1H, d, $J = 2.5$ Hz, H-2), 6.74 (1H, d, $J = 8.0$ Hz, H-5), 7.36 (1H, d, $J = 2.0$ Hz, H-6); ^{13}C -NMR (125 MHz, CD_3OD) δ : 123.2 (C-1), 117.7 (C-2), 146.0 (C-3), 151.5 (C-4), 115.8 (C-5), 123.9 (C-6), 170.3 (C=O)。以上数据与文献报道一致^[14], 故鉴定化合物 **11** 为原儿茶酸。

化合物 **12**: 白色结晶 (甲醇)。ESI-MS m/z : 181 $[\text{M}+\text{H}]^+$, 分子式为 $\text{C}_7\text{H}_8\text{N}_4\text{O}_2$ 。 ^1H -NMR (400 MHz, $\text{DMSO}-d_6$) δ : 3.24 (3H, s, 1- CH_3), 3.46 (3H, s, 1- CH_3), 8.01 (1H, s, H-8), 13.54 (1H, s, 7-NH); ^{13}C -NMR (100 MHz, $\text{DMSO}-d_6$) δ : 27.7 (C-1), 29.7 (C-3) 为碱基上 2 个甲基碳信号, δ 154.5 (C-2, 6), 151.2 (C-4, 5), 140.5 (C-8) 分别为碱基环上的 5 个碳信号。以上数据与文献报道一致^[15], 故鉴定化合物 **12** 为茶碱。

化合物 **13**: 白色结晶 (甲醇)。ESI-MS m/z : 195 $[\text{M}+\text{H}]^+$, 分子式为 $\text{C}_8\text{H}_{10}\text{N}_4\text{O}_2$ 。 ^1H -NMR (400 MHz, $\text{DMSO}-d_6$) δ : 3.23 (3H, s, 1- CH_3), 3.42 (3H, s, 3- CH_3), 3.89 (3H, s, 7- CH_3); ^{13}C -NMR (100 MHz, $\text{DMSO}-d_6$) δ : 27.5 (C-1), 29.4 (C-3), 33.1 (C-7) 为碱基上 3 个甲基碳信号, δ 151.1 (C-2), 148.2 (C-4), 137.6 (C-5), 154.6 (C-6), 142.8 (C-8) 分别为碱基环上的 5 个碳信号。以上数据与文献报道一致^[16], 故鉴定化合物 **13** 为咖啡因。

化合物 **14**: 白色粉末状固体 (氯仿), mp 49~50 $^{\circ}\text{C}$, ESI-MS m/z : 243 $[\text{M}+\text{H}]^+$, 氢谱与碳谱数据与文献报道一致^[17], 故鉴定化合物 **14** 为棕榈醇。

参考文献

- [1] 中华人民共和国商业部土产废品局. 中国经济植物志 [M]. 北京: 科学出版社, 2012.
- [2] 国家中医药管理局《中华本草》编委会. 中华本草 [M]. 上海: 上海科学技术出版社, 1999.
- [3] 马微微, 王振月, 李足意, 等. 紫椴花乙醇提取物抗炎镇痛的实验研究 [J]. 时珍国医国药, 2012, 23(1): 135-136.
- [4] 马微微, 王振月, 刘 旻, 等. 紫椴花抗炎镇痛作用有效部位的研究 [J]. 中医药信息, 2013, 30(3): 22-24.
- [5] 马微微, 王 军, 穆立蓄. 紫椴花提取物体外抗菌活性 [J]. 东北林业大学学报, 2013(9): 127-128.
- [6] 王 娇, 许 浚, 张铁军, 等. 小蓟中蒙花苷对照品的制备和鉴定 [J]. 现代药物与临床, 2013, 28(3): 325-327.
- [7] 王 暉, 杨崇仁, 张颖君. 草果果实中的酚性成分 [J]. 云南植物研究, 2009, 31(3): 284-288.
- [8] 冯育林, 李云秋, 徐丽珍, 等. 蜀葵花的化学成分研究 (II) — 黄酮类成分研究 [J]. 中草药, 2006, 37(11): 1622-1624.
- [9] 曾 红, 钱慧琴, 梁兆昌, 等. 云锦杜鹃枝叶化学成分研究 [J]. 中草药, 2013, 44(22): 3123-3126.
- [10] 陈 剑, Manginckx S, 吕 寒, 等. 白子菜醋酸乙酯部位的化学成分研究 [J]. 中草药, 2013, 44(5): 524-527.
- [11] Fu M Q, Deng D, Feng S X, et al. Chemical constituents from roots of *Flemingia philippinensis* [J]. *Chin Herb Med*, 2012, 4(1): 8-11.
- [12] 唐文照, 苏东敏, 庾石山, 等. 少药八角果实中的黄酮类成分研究 [J]. 中草药, 2008, 39(10): 1452-1455.
- [13] 刘 净, 谢 韬, 魏秀丽, 等. 冬凌草化学成分的研究 [J]. 中国天然药物, 2004, 2(5): 23-26.
- [14] Yun X J, Shu H M, Chen G Y, et al. Chemical constituents from barks of *Lannea coromandelica* [J]. *Chin Herb Med*, 2014, 6(1): 65-69.
- [15] 李 婷, 廖小建, 徐石海. 丛柳珊瑚的化学成分研究 [J]. 中国药学杂志, 2010, 45(6): 420-422.
- [16] 赵 楠, 高慧媛, 孙博航, 等. 茶叶的化学成分 [J]. 沈阳药科大学学报, 2007, 24(4): 211-214.
- [17] 姚宗仁, 钟惠民. 豆荚软珊瑚 (*Lobophytum sp.*) 化学成分的研究 [J]. 青岛科技大学学报: 自然科学版, 2009, 30(2): 135-137.