

• 化学成分 •

越南安息香中 1 个新的苯丙素类化合物

方振峰¹, 房辉¹, 王峰^{2,3}

1. 江汉大学医学院 药理学系, 湖北 武汉 430056
2. 国家中医药管理局中药数字化质量评价技术重点实验室, 广东 广州 510006
3. 广东省中药质量工程技术研究中心, 广东 广州 510006

摘要: 目的 研究越南安息香(白花树 *Styrax tonkinensis* 的干燥树脂)的化学成分及其细胞毒活性。方法 采用 MCI gel CHP-20P、硅胶、Sephadex LH-20 柱色谱、快速制备色谱和制备 HPLC 等技术进行分离和纯化,通过 IR、1D-和 2D-NMR、HR-ESI-MS 等谱学数据分析确定化合物的结构。通过 CCK-8 法评价了化合物的细胞毒性。结果 从越南安息香提取物中分离得到 6 个化合物,分别鉴定为 (*E*)-3-[3-甲氧基-4-(3-乙氧基-2-氧代乙氧基)苯基]烯丙基苯甲酸酯(1)、2-(4-羟基-3-甲氧基苯基)-5-(3-羟丙基)-7-甲氧基苯并呋喃(2)、(+)-雪松素(3)、(+)-松脂素(4)、松脂素单甲醚(5)和安息香脂素(6)。以上 6 个化合物对人宫颈癌 HeLa 细胞株、人肝癌 HepG-2 细胞株、人乳腺癌 MCF 细胞株、人前列腺癌 PC-3 细胞株以及人肺癌 A549 细胞株的半数抑制浓度值均大于 100 $\mu\text{mol/L}$ 。结论 化合物 1 为未见报道的新苯丙素类化合物,命名为白花树酯醚,化合物 2~6 为首次从越南安息香中分离得到。化合物 1~6 均未表现出明显的细胞毒活性。

关键词: 安息香属; 越南安息香; 苯丙素类化合物; 白花树酯醚; 细胞毒性; (+)-松脂素; 安息香脂素

中图分类号: R284.1 **文献标志码:** A **文章编号:** 0253-2670(2021)21-6455-05

DOI: 10.7501/j.issn.0253-2670.2021.21.001

A new phenylpropanoid from resin of *Styrax tonkinensis*

FANG Zhen-feng¹, FANG Hui¹, WANG Feng^{2,3}

1. Department of Pharmacy, School of Medicine, Jiangnan University, Wuhan 430056, China
2. Key Laboratory of Digital Quality Evaluation of Chinese Materia Medica of State Administration of TCM, Guangzhou 510006, China
3. Engineering & Technology Research Center for Chinese Materia Medica Quality of Guangdong Province, Guangzhou 510006, China

Abstract: **Objective** To study chemical constituents from the resin of *Styrax tonkinensis* (Pierre) Craib ex Hartw and their cytotoxicities. **Methods** The compounds were isolated by column chromatography over MCI gel CHP-20P, silica gel, Sephadex HL-20, and flash chromatography coupled with preparative HPLC. Their structures were elucidated by spectroscopic analysis including IR, 1D-NMR, 2D-NMR, and HR-ESI-MS. Furthermore, the cytotoxicities of the chemical components against HepG-2, A549, HeLa, MCF-7, and PC-3 cell lines were measured by CCK-8 method. **Results** Six compounds, (*E*)-3-[3-methoxy-4-(2-ethoxy-2-oxoethoxy)-phenyl]allyl benzoate (1), 2-(4-hydroxy-3-methoxyphenyl)-5-(3-hydroxypropyl)-7-methoxybenzofuran (2), (+)-cedrusin (3), (+)-pinoselinol (4), (+)-pinoselinol monomethyl ether (5), and styraxin (6) were isolated from the resin of *S. tonkinensis*. And the IC_{50} values of the six compounds to HeLa, HepG-2, MCF, PC-3 and A549 cell lines were more than 100 $\mu\text{mol/L}$. **Conclusion** Compound 1 is identified as a new phenylpropanoid named as stytonkinether, and compounds 2—6 are isolated from the resin of this plant for the first time. And all six compounds show no obviously cytotoxic activities.

Key words: *Styrax* Linn.; *Styrax tonkinensis* (Pierre) Craib ex Hartw; phenylpropanoid; stytonkinether; cytotoxicity; (+)-cedrusin; styraxin

收稿日期: 2021-05-26

基金项目: 广东省自然科学基金面上项目(2021A1515011529)

作者简介: 方振峰(1980—),湖北人,博士,副教授,从事天然产物活性成分研究。Tel: (027)84225149 E-mail: zhenfengfang@163.com

*通信作者: 王峰,博士,副教授,从事活性天然产物的发现及中药物质基础研究。Tel: (020)39352181 E-mail: wfeng1230@163.com

越南安息香为安息香科安息香属植物白花树 *Styrax tonkinensis* (Pierre) Craib ex Hartw 的干燥树脂^[1], 白花树是一种热带及亚热带树种, 在我国主要分布于云南、贵州、广西、广东、福建、湖南和江西等省^[2]。安息香在传统中医药中常将其用于治疗中风痰厥、气郁暴厥、中恶昏迷、心腹疼痛等临床症状^[3]。目前, 在安息香多种药用来源中, 应用最广的为来源于印度尼西亚苏门答腊安息香和来源于越南、老挝、泰国等地的安息香^[4], 在国内所使用的安息香主要来源于后者。目前, 从越南安息香中分离得到的化合物主要集中在三萜类和苯丙素类化合物, 其中三萜类化合物约有 11 个^[5-7], 苯丙素类化合物约有 13 个^[4,6,8-10]。现代药理学研究表明, 安息香具有抗肿瘤^[5,8,11]、脑缺血缺氧的保护^[3,9,12-13]、解热抗炎^[14]等作用。由于安息香资源丰富, 作用良好, 引起了人们的广泛兴趣。本实验通过对越南安息香 95%乙醇水提取物的醋酸乙酯萃取部位进行研究, 分离得到 6 个化合物, 分别鉴定为 (*E*)-3-[3-甲氧基-4-(3-甲氧基-2-氧代丙氧基)苯基]烯丙基苯甲酸酯 ((*E*)-3-[3-methoxy-4-(2-ethoxy-2-oxoethoxy)-phenyl] allyl benzoate, **1**)、2-(4-羟基-3-甲氧基苯基)-5-(3-羟丙基)-7-甲氧基苯并呋喃 [2-(4-hydroxy-3-methoxyphenyl)-5-(3-hydroxypropyl)-7-methoxybenzofuran, **2**]、(+)-雪松素 [(+)-cedrusin, **3**]、(+)-松脂素 [(+)-pinoresinol] (**4**)、松脂素单甲醚 [(+)-pinoresinol monomethyl ether] (**5**) 和安息香脂素 (styraxin, **6**), 其中化合物 **1** (图 1) 经文献检索为 1 个新的苯丙素类化合物, 命名为白花树酯醚。同时, 利用 CCK-8 法对上述 6 个化合物进行肿瘤细胞毒活性研究, 结果表明其对宫颈癌 HeLa 细胞、人肝癌 HepG-2 细胞、人乳腺癌 MCF 细胞、人前列腺癌 PC-3 细胞以及人肺癌 A549 细胞均无明显细胞毒性, 半数抑制浓度值均大于 100 $\mu\text{mol/L}$ 。

1 仪器与材料

Perkin-Elmer 241MC 旋光仪(美国 Perkin Elmer 公司); 岛津 UV-2450 紫外分光光度计(日本岛津公司); Bruker VERTE 70 红外分光光度计、Bruker

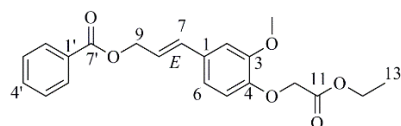


图 1 化合物 **1** 平面结构

Fig. 1 Structure of compound **1**

III-600 NMR 核磁共振仪(德国布鲁克公司); 安捷伦 UPLC/Q-TOF 6230 型色谱-质谱联用仪; Shimadzu LC-6AD 制备型高效液相色谱仪(日本岛津公司); Agela Cheetah MP200 双波长快速制备色谱(天津博纳艾杰尔公司), ODS 色谱柱(400 mm $\times$ 40 mm, 50 μm , Merck 公司); 半制备型反相 YMC-Pack ODS-A 色谱柱(250 mm $\times$ 20 mm, 10 μm)、分析型反相 YMC C₁₈ 色谱柱(250 mm $\times$ 4.6 mm, 5 μm), 日本 YMC 公司; 反相 Rp-C₁₈ 硅胶(50 μm , 默克公司生产); 薄层色谱硅胶 GF₂₅₄ 及柱色谱用 100~200、200~300 目硅胶(青岛海洋化工厂); 葡聚糖凝胶 SephadexTM LH-20(英国 Amersham Pharmacia Biotech AB 公司); Fisher 色谱甲醇(美国赛默飞生产); 分析纯试剂(国药集团)。

安息香购自亳州中药材市场, 经广东药科大学滕希峰博士鉴定, 崔红花副教授核实为安息香属植物白花树 *Styrax tonkinensis* (Pierre) Craib ex Hartw 的干燥树脂。

2 提取与分离

取干燥安息香约 5 kg, 粉碎, 用 95%乙醇水浸润提取(每次浸润 3 d, 溶剂 40 L, 共 3 次), 合并提取液, 减压回收溶剂, 浓缩, 加适量水使其混悬分散, 依次用石油醚(60~90 $^{\circ}\text{C}$)(每次 5 L, 共 25 L)、醋酸乙酯(每次 5 L, 共 40 L)等体积萃取, 回收溶剂得到石油醚、醋酸乙酯 2 个萃取部位。取醋酸乙酯萃取部位(约 2 kg)经硅胶柱色谱(200~300 目, 8 kg)分离, 依次用石油醚-醋酸乙酯(100:1、50:1、30:1、100:5、15:1、10:1、5:1、3:1、1:1、0:1)梯度洗脱, 合并洗脱液得到 7 个流分 Fr. B₁~B₇。Fr. B₂(约 598 g)经硅胶柱色谱(200~300 目, 3 kg)分离, 得到 7 个组份(Fr. B_{2.1}~B_{2.7})。Fr. B_{2.3}(约 63.2 g)经 MCI 柱色谱(50~75 μm , 100 g)分离, 依次用甲醇-水(30:70 $\rightarrow$ 100:0, 甲醇量每次增加 10%体积分数)梯度洗脱, 得到 10 个流分(Fr. B_{2.3.1}~B_{2.3.10})。Fr. B_{2.3.3}(约 132 mg)经反相制备 HPLC 分离, 甲醇-水(85:15)洗脱, 得到化合物 **4**(6.4 mg)。Fr. B_{2.3.5}(约 200 mg)经 Sephadex LH-20 柱色谱, 二氯甲烷-甲醇(1:1)洗脱纯化, 再经反相制备 HPLC 分离, 甲醇-水(58:42)洗脱, 得到化合物 **2**(24 mg)和 **3**(32 mg)。Fr. B_{2.3.5}(约 2.1 g)经中压快速制备色谱, 甲醇-水(30:70 $\rightarrow$ 90:10)梯度洗脱, 得到 5 个流份(Fr. B_{2.3.5.1}~B_{2.3.5.5})。其中 Fr. B_{2.3.5.1}(约 102 mg)经反相制备 HPLC

分离, 甲醇-水 (55:45) 洗脱, 得到化合物 **5** (12 mg); Fr. B_{2.3.5.1} (约 124 mg) 经 Sephadex LH-20 柱色谱, 二氯甲烷-甲醇 (1:1) 洗脱纯化, 再经反相制备 HPLC 分离, 甲醇-水 (60:40) 洗脱, 得到化合物 **6** (9 mg)。Fr. B_{2.3.7} (约 90 mg) 经反相制备 HPLC 分离, 甲醇-水 (73:27) 洗脱, 得到化合物 **1** (4.7 mg)。

3 结构鉴定

化合物 **1**: 褐色油状物。[α]_D²⁵ -30.5° (*c* 0.15, MeOH); HR-ESI-MS *m/z*: 369.133 7 [M-H]⁻ (计算值 369.133 8), 给出分子式为 C₂₁H₂₂O₆, 不饱和度为 10。IR 光谱显示羰基 (1717 cm⁻¹) 和苯环 (1609、1514 cm⁻¹) 的存在。

¹H- 和 ¹³C-NMR 谱数据 (表 1) 及 HSQC 实验中, 可以观察到化合物 **1** 中有 21 个碳信号, 包括 10 个不饱和次甲基、6 个季碳 (其中 2 个羰基季碳, 4 个不饱和季碳)、3 个饱和亚甲基和 2 个饱和甲基 (表 1)。¹H-NMR 谱中显示有 2 组苯环氢信号, 其中 δ 6.77 (1H, d, *J* = 8.3 Hz, H-5), 6.92 (1H, dd, *J* = 8.3, 1.9 Hz, H-6), 6.99 (1H, d, *J* = 1.9 Hz, H-2) 为 ABX 耦合关系, 表明存在 1 个 1,3,4-三取代苯环结构; δ 8.08 (2H, dd, *J* = 8.4, 1.3 Hz, H-2, 6), 7.45 (2H, m, H-3, 5) 和 7.56 (1H, m, H-4), 表明还存在 1 个单取代苯环结构。从 ¹H-¹H COSY 谱中, 可知化合物

1 具有 -CH=CH-CH=CH-CH=、-CH₂-CH=CH-、=CH-CH=和-CH₂-CH₃ 片段 (图 2 所示)。

从 HMBC 谱 (图 2) 中可知, H-2' 和 C-7' (δ _C 166.6) 相关, H-9 分别和 C-7'、C-9 相关, H-8 和 C-1 相关以及 H-7 和 C-2 相关, 结合 δ 4.97 (2H, dd, *J* = 6.5, 1.2 Hz, H-9) 其碳信号 65.8 (C-9), 表明结构中存在苯甲酸苯烯丙酯片段。同时, 苯甲酸苯烯丙酯片段中烯丙醇部分的烯氢信号 δ 6.68 (1H, d, *J* = 15.8 Hz, H-7), 6.30 (1H, dt, *J* = 15.8, 6.5 Hz, H-8) 的偶合常数较大, 表明烯氢为反式构型, 即 *E* 式。在 HMBC 谱中观察到甲氧基氢信号 [δ _H 3.91 (3H, s)] 和 C-3 (δ _C 149.9) 相关以及 H-5 和 C-3 相关, 表明甲氧基处于 C-3 位。上述结构片段的谱学数据和已知化合物 (*E*)-3-(3,4-dimethoxyphenyl)allyl benzoate 相应数据^[15]基本一致, 同时, 通过谱学数据对比, 发现化合物 **1** 和 (*E*)-3-(3,4-dimethoxyphenyl) allyl benzoate 结构上的差异仅仅在于 C-4 位取代基不同。而在 HMBC 谱中 H₂-10 和 C-4、C-11 相关, H-12 和 C-11 相关以及 H-2、H-6 和 C-4 相关, 结合碳信号 δ 147.6 (C-4) 和 66.7 (C-10), 表明苯甲酸苯烯丙酯片段和醋酸乙酯片段通过 C-4 和 C-10, 经由 O 原子相连。综上所述, 确定了化合物 **1** 的结构为 (*E*)-3-[3-甲氧基-4-(2-乙氧基-2-氧代乙氧基)苯基]烯丙基

表 1 化合物 **1** 的 ¹H-NMR (600 MHz, CD₃OD) 和 ¹³C-NMR (150 MHz, CD₃OD) 数据

Table 1 ¹H-NMR (600 MHz, CD₃OD) and ¹³C-NMR (150 MHz, CD₃OD) data of compound **1**

碳位	δ _H	δ _C	碳位	δ _H	δ _C
1		131.0 (C)	11		169.0 (C)
2	6.99 (1H, d, <i>J</i> = 1.9 Hz)	110.0 (CH)	12	4.26 (2H, q, <i>J</i> = 7.1 Hz)	61.5 (CH ₂)
3		149.9 (C)	13	1.29 (3H, t, <i>J</i> = 7.1 Hz)	14.3 (CH ₃)
4		147.6 (C)	1'		130.4 (C)
5	6.77 (1H, d, <i>J</i> = 8.3 Hz)	114.3 (CH)	2', 6'	8.08 (1H, dd, <i>J</i> = 8.4, 1.3 Hz)	129.8 (CH)
6	6.96 (1H, dd, <i>J</i> = 8.3, 1.9 Hz)	119.9 (CH)	3', 5'	7.46 (1H, m)	128.5 (CH)
7	6.68 (1H, d, <i>J</i> = 15.8 Hz)	134.2 (CH)	4'	7.56 (1H, m)	133.2 (CH)
8	6.30 (1H, dt, <i>J</i> = 15.8, 6.5 Hz)	122.1 (CH)	7'		166.6 (C)
9	4.97 (2H, dd, <i>J</i> = 6.5, 1.2 Hz)	65.8 (CH ₂)	-OCH ₃	3.91 (3H, s)	56.1 (CH ₃)
10	4.68 (2H, s)	66.7 (CH ₂)			

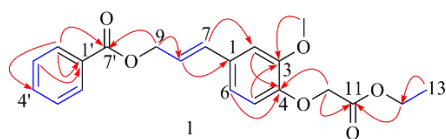


图 2 化合物 **1** 的主要 ¹H-¹H COSY (—) 和 HMBC 相关
Fig. 2 Key ¹H-¹H COSY correlations (—) and HMBC correlations of compound **1**

苯甲酸酯, 经检索为新化合物, 命名为白花树酯醚。

化合物 **2**: 白色无定形粉末, 溶于甲醇。¹H-NMR (600 MHz, CD₃OD) δ : 6.79 (1H, d, *J* = 2.1 Hz, H-2'), 7.34 (1H, dd, *J* = 8.0, 2.1 Hz, H-6'), 7.37 (1H, br. s, H-4), 6.98 (1H, s, H-3), 6.95 (1H, d, *J* = 8.0 Hz, H-5'), 6.66 (1H, d, *J* = 1.6 Hz, H-6), 3.99 (3H, s, 7-OCH₃), 3.96 (3H, s, 3'-OCH₃), 3.65 (2H, t, *J* = 6.5 Hz, H-3''),

2.77 (2H, t, $J = 7.4$ Hz, H-1''), 1.92 (2H, m, H-2''); ^{13}C -NMR (150 MHz, CD_3OD) δ : 157.2 (C-2), 100.9 (C-3), 113.0 (C-4), 138.3 (C-5), 108.4 (C-6), 143.3 (C-7), 147.5 (C-7a), 124.3 (C-3a), 132.3 (C-1'), 110.1 (C-2'), 146.9 (C-3'), 145.3 (C-4'), 119.3 (C-5'), 116.4 (C-6'), 35.8 (C-1''), 33.4 (C-2''), 62.4 (C-3''), 56.8 (7-OCH₃), 56.7 (3'-OCH₃)。上述波谱数据与文献报道的数据基本一致^[16], 故鉴定化合物 **2** 为 2-(4-羟基-3-甲氧基苯基)-5-(3-羟丙基)-7-甲氧基苯并呋喃。

化合物 **3**: 白色无定形粉末, 溶于甲醇。 $[\alpha]_{\text{D}}^{25} + 6.8^\circ$ (c 0.15, MeOH)。 ^1H -NMR (600 MHz, CD_3OD) δ : 7.02 (1H, d, $J = 2.0$ Hz, H-2), 6.91 (1H, dd, $J = 8.4$, 2.0 Hz, H-6), 6.79 (1H, d, $J = 8.4$ Hz, H-5), 5.53 (1H, d, $J = 6.1$ Hz, H-7), 3.48 (1H, m, H-8), 3.87 (1H, m, H-9a), 3.77 (1H, dd, $J = 11.0$, 7.4 Hz, H-9b), 3.85 (3H, s, 3-OCH₃), 6.61 (1H, brs, H-2'), 6.63 (1H, brs, H-6'), 2.60 (2H, t, $J = 7.5$ Hz, H-7'), 1.82 (2H, m, H-8'), 3.58 (2H, t, $J = 6.5$ Hz, H-9'); ^{13}C -NMR (150 MHz, CD_3OD) δ : 133.9 (C-1), 109.5 (C-2), 147.9 (C-3), 146.2 (C-4), 115.3 (C-5), 118.7 (C-6), 87.3 (C-7), 54.5 (C-8), 64.0 (C-9), 128.6 (C-1'), 115.1 (C-2'), 140.7 (C-3'), 145.3 (C-4'), 135.5 (C-5'), 34.6 (C-6'), 34.7 (C-7'), 31.5 (C-8'), 61.3 (C-9'), 55.2 (3-OCH₃)。上述波谱数据与文献报道的数据基本一致^[17], 故鉴定化合物 **3** 为 (+)-雪松素。

化合物 **4**: 白色无定形粉末, 溶于甲醇。 $[\alpha]_{\text{D}}^{25} + 61.5^\circ$ (c 0.15, MeOH)。 ^1H -NMR (600 MHz, CD_3OD) δ : 3.14 (2H, m, H-1, 5), 4.76 (2H, d, $J = 4.4$ Hz, H-2, 6), 3.87 (2H, dd, $J = 9.0$, 3.4 Hz, H-4a, 8a), 4.28 (2H, dd, $J = 9.0$, 6.8 Hz, H-4b, 8b), 6.87~6.89 (4H, m, H-2', 2'', 5, 5'), 6.84 (2H, dd, $J = 8.0$, 2.0 Hz, H-6', 6''), 3.88 (6H, s, $2 \times$ -OCH₃); ^{13}C -NMR (150 MHz, CD_3OD) δ : 54.2 (C-1, 5), 85.9 (C-2, 6), 71.8 (C-4, 8), 132.8 (C-1', 1''), 109.1 (C-2', 2''), 147.6 (C-3', 3''), 145.7 (C-4', 4''), 118.9 (C-5', 5''), 114.6 (C-6', 6''), 55.9 ($2 \times$ -OCH₃)。上述谱学数据与文献报道的数据基本一致^[18], 故鉴定化合物 **4** 为 (+)-松脂素。

化合物 **5**: 白色无定形粉末。 ^1H -NMR (600 MHz, CD_3OD) δ : 6.97 (1H, d, $J = 1.7$ Hz, H-2), 6.99 (1H, s, H-2'), 6.77 (1H, d, $J = 8.1$ Hz, H-5), 6.83 (1H, dd, $J = 8.2$, 1.7 Hz, H-6), 6.93 (2H, m, H-5', 6'), 4.75 (1H, d, $J = 4.3$ Hz, H-7), 4.73 (1H, d, $J = 4.3$ Hz, H-7'), 3.16 (2H, m, H-8, 8'), 4.29~4.17 (2H, m, H-9b, 9b'), 3.86

(2H, m, H-9a, 9a'), 3.87 (3H, s, 3-OCH₃), 3.85 (3H, s, 3'-OCH₃), 3.84 (3H, s, 4'-OCH₃); ^{13}C -NMR (150 MHz, CD_3OD) δ : 134.6 (C-1), 109.9 (C-2), 149.1 (C-3), 147.1 (C-4), 115.4 (C-5), 119.2 (C-6), 86.8 (C-7), 54.8 (C-8, 8'), 72.2 (C-9), 133.4 (C-1'), 109.7 (C-2'), 149.9 (C-3'), 149.6 (C-4'), 112.1 (C-5'), 119.4 (C-6'), 86.6 (C-7'), 72.1 (C-9'), 55.8 (3, 3'-OCH₃), 55.6 (4-OCH₃)。上述谱学数据与文献报道的数据基本一致^[19], 故鉴定化合物 **5** 为松脂素单甲醚。

化合物 **6**: 白色无定形粉末。 ^1H -NMR (600 MHz, CDCl_3) δ : 5.99 (2H, s, -OCH₂O-), 6.92 (1H, d, $J = 1.8$ Hz, H-2), 6.77 (1H, dd, $J = 8.0$, 1.8 Hz, H-5), 6.88 (1H, d, $J = 8.0$ Hz, H-6), 5.32 (1H, d, $J = 3.6$ Hz, H-7), 3.44 (1H, dd, $J = 9.1$, 3.6 Hz, H-8), 6.84 (1H, d, $J = 2.0$ Hz, H-2'), 7.01 (1H, d, $J = 8.0$ Hz, H-5'), 6.79 (1H, dd, $J = 8.0$, 2.0 Hz, H-6'), 5.30 (1H, d, $J = 3.6$ Hz, H-7'), 3.21 (1H, m, H-8'), 4.30 (1H, dd, $J = 9.4$, 4.7 Hz, H-9'a), 4.33 (1H, dd, $J = 9.2$, 7.0 Hz, H-9'b), 3.94 (3H, s, 3'-OCH₃); ^{13}C -NMR (150 MHz, CDCl_3) δ : 132.5 (C-1), 108.6 (C-2), 148.4 (C-3), 148.7 (C-4), 105.9 (C-5), 118.1 (C-6), 83.5 (C-7), 53.5 (C-8), 176.9 (C-9), 133.3 (C-1'), 108.3 (C-2'), 146.8 (C-3'), 145.6 (C-4'), 114.5 (C-5'), 119.0 (C-6'), 84.8 (C-7'), 50.1 (C-8'), 72.9 (C-9'), 101.5 (-OCH₂O-), 56.2 (3'-OCH₃)。上述谱学数据与文献报道的数据基本一致^[20], 故鉴定化合物 **6** 为安息香脂素。

4 讨论

本实验对越南安息香 95%乙醇水浸提物的醋酸乙酯萃取部位进行分离纯化, 得到 6 个化合物, 其中化合物 **1** 为新的苯丙素类化合物, 化合物 **2**~**6** 为首次从该植物中分离得到。

利用 CCK-8 法^[21]评价了所得 6 个化合物对人宫颈癌 HeLa 细胞株、人肝癌 HepG-2 细胞株、人乳腺癌 MCF 细胞株、人前列腺癌 PC-3 细胞株以及人肺癌 A549 细胞株的细胞毒活性, 其中对照品顺铂的半数抑制浓度 (IC_{50}) 值为 35~40 $\mu\text{mol/L}$, 而所得化合物的 IC_{50} 值均大于 100 $\mu\text{mol/L}$, 结果表明上述 6 个化合物均无明显细胞毒活性。本实验结果为进一步开发利用中药安息香提供了基础理论依据。

利益冲突 所有作者均声明不存在利益冲突

参考文献

- [1] 中国药典 [S]. 一部. 2020: 156.
- [2] 中国科学院中国植物志编委会. 中国植物志 [M]. 北

- 京: 科学出版社, 1987, 60(2): 84.
- [3] 顾爱彤, 张卿, 王峰. 安息香保护内皮损伤的活性成分初步研究 [J]. 广东化工, 2017, 44(14): 11-12.
- [4] Burger P, Casale A, Kerdudo A, *et al.* New insights in the chemical composition of benzoin balsams [J]. *Food Chem*, 2016, 210: 613-622.
- [5] Wang F, Hua H, Pei Y, *et al.* Triterpenoids from the resin of *Styrax tonkinensis* and their antiproliferative and differentiation effects in human leukemia HL-60 cells [J]. *J Nat Prod*, 2006, 69(5): 807-810.
- [6] 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): 89-92.
- [7] Wang F, Wang Y B, Chen H, *et al.* Two new triterpenoids from the resin of *Styrax tonkinensis* [J]. *J Asian Nat Prod Res*, 2015, 17(8): 823-827.
- [8] Wang F, Hua H M, Bian X, *et al.* Two new aromatic compounds from the resin of *Styrax tonkinensis* (Pier.) Craib [J]. *J Asian Nat Prod Res*, 2006, 8(1/2): 137-141.
- [9] Zhang L, Wang F, Zhang Q, *et al.* Anti-inflammatory and anti-apoptotic effects of stybenpropol A on human umbilical vein endothelial cells [J]. *Int J Mol Sci*, 2019, doi: 10.3390/ijms20215383.
- [10] Wang F, Zhang L, Zhang Q, *et al.* Two new phenylpropanoids from the resin of *Styrax tonkinensis* (Pierre) Craib ex Hartw [J]. *J Nat Med*, 2020, 74(4): 819-824.
- [11] 张丽, 张卿, 梁秋明, 等. 安息香化学成分及其体外抗肿瘤活性 [J]. 中国实验方剂学杂志, 2020, 26(4): 191-197.
- [12] 文静, 王建, 陈念, 等. 安息香对永久性大脑中动脉栓塞大鼠模型的保护作用及其机制研究 [J]. 中国药理学通报, 2016, 32(12): 1683-1687.
- [13] 郭晓庆, 王建, 谢倩, 等. 安息香防治结合给药对脑缺血模型大鼠的作用 [J]. 中药药理与临床, 2019, 35(6): 77-82.
- [14] 雷玲, 王强, 白筱璐, 等. 安息香的抗炎解热作用研究 [J]. 中药药理与临床, 2012, 28(2): 110-111.
- [15] Kuroyanagi M, Fujita K, Kazaoka M, *et al.* Studies on the constituents of *Baccharis genistelloides* [J]. *Chem Pharm Bull*, 1985, 33(11): 5075-5078.
- [16] Hwang J W, Choi D H, Jeon J H, *et al.* Facile preparation of 2-arylbenzo[b]furan molecules and their anti-inflammatory effects [J]. *Bull Korean Chem Soc*, 2010, 31(4): 965-970.
- [17] 毕跃峰, 郑晓珂, 刘宏民, 等. 马尾松松针化学成分的研究 [J]. 药学报, 2001, 36(11): 832-835.
- [18] 王富强, 孙立秋, 王金兰, 等. 兔儿伞化学成分研究 (II) [J]. 中草药, 2020, 51(11): 2878-2885.
- [19] 冯卫生, 何玉环, 郑晓珂, 等. 望春玉兰花蕾中木脂素类化学成分的研究 [J]. 中国中药杂志, 2018, 43(5): 970-976.
- [20] Tra N T, Anh T D, van Cuong P, *et al.* Chemical constituents from the leaves of *Styrax annamensis* Guill [J]. *Vietnam J Chem*, 2020, 58(5): 630-636.
- [21] Kageyama M, Li K, Sun S, *et al.* Anti-tumor and anti-metastasis activities of honey bee larvae powder by suppressing the expression of EZH2 [J]. *Biomed Pharmacother*, 2018, 105: 690-696.

[责任编辑 王文倩]