

# 苗药红禾麻化学成分及其抗炎活性初步研究

徐良金, 乐心逸, 王依凡, 牛莉鑫, 吴春珍, 胡晓\*

中国医药工业研究总院中药创新中心, 上海 201203

**摘要:** 采用 90% 乙醇回流提取, 经大孔、凝胶、硅胶和正相硅胶等柱层析方法从红禾麻全草中分离得到 7 个化合物, 包括 4 个甾体(1~4) 和 3 个长链脂肪酸(5~7)。结合理化性质及各种波谱数据分析鉴定其化学结构分别是麦角甾酮(1)、豆甾-4-烯-3-酮(2)、豆甾-4-烯-3,6-二酮(3)、豆甾-4,22-二烯-3,6-二酮(4)、桦木萜醇 8(5)、桦木萜醇 9(6) 和亚油酸(7)。所有化合物均为首次从该属植物中分离得到。采用小鼠 RAW264.7 细胞模型测试四个甾体化合物对抗 NO 生成活性, 结果表明, 1~4 在 50  $\mu\text{g}/\text{mL}$  浓度下对 NO 生成具明显抑制作用, 显示出一定的抗炎活性。

**关键词:** 红禾麻; 化学成分; 甾体; 抗炎活性

中图分类号: R931.6

文献标识码: A

DOI: 10.16333/j.1001-6880.2017.S.001

## Chemical Constituents of *Laportebulbifera* and Preliminary Study on Their Anti-inflammatory Activity

XU Liang-jin, YUE Xin-yi, WANG Yi-fan, NIU Li-xin, WU Chun-zhen, HU Xiao\*

Traditional Chinese Medicine Research Center, China State Institute of Pharmaceutical Industry, Shanghai 201203, China

**Abstract:** Seven compounds, including 4 steroids (1-4) and 3 long-chain fatty acids (5-7), were isolated from the whole plant of *Laportebulbifera* (Sieb. Et Zucc.) Wedd. by multiple column chromatographies. Their chemical structures were identified as ergosterone (1), stigmaster-4-en-3-one (2), stigmaster-4-en-3,6-dione (3), stigmaster-4,22-dien-3,6-dione (4), betulaprenol 8 (5), betulaprenol 9 (6) and linoleic acid (7) on basis of physicochemical properties and multiple spectral data. All compounds were isolated from the genus for the first time. The inhibitory effects on the NO production of four steroids in mouse RAW264.7 cell model were tested. The results indicated that 1-4 showed obvious inhibitory effects at the concentration of 50  $\mu\text{g}/\text{mL}$ , exhibiting certain anti-inflammatory activities.

**Key words:** *Laportebulbifera*; chemical constituents; steroids; anti-inflammatory activity

红禾麻为贵州苗族、布依族的常用药物, 来源于荨麻科艾麻属多年生草本植物珠芽艾麻 *Laportebulbifera* (Sieb. Et Zucc.) Wedd. 的新鲜或干燥全草, 主要分布在贵州、河南、湖北等地。红禾麻具有活血化瘀, 祛风止痒等作用<sup>[1]</sup>; 民间常采用药酒的方式用其来治疗风湿麻木、消化不良、皮肤瘙痒等症状<sup>[1]</sup>。现代药理研究证明红禾麻具有镇痛, 抗炎和免疫抑制作用<sup>[2]</sup>。已有学者从中分离得到香豆素、黄酮、鞣质、甾体等类化合物<sup>[3]</sup>, 但总体来说, 红禾麻的化学成分及药理活性研究比较薄弱, 限制了对其进一步开发利用。为此, 本课题对红禾麻的化学成分进行研究, 从石油醚部位分离得到 7 个化合物,

分别为麦角甾酮(1)、豆甾-4-烯-3-酮(2)、豆甾-4-烯-3,6-二酮(3)、豆甾-4,22-二烯-3,6-二酮(4)、桦木萜醇 8(5)、桦木萜醇 9(6) 和亚油酸(7)。所有化合物均为首次从该属植物中分离得到。采用小鼠 RAW264.7 细胞模型考察四个甾体化合物(1~4) 的抗 NO 生成活性, 研究结果表明, 1~4 在 50  $\mu\text{g}/\text{mL}$  浓度下可明显减少模型细胞 NO 生成, 在其他质量浓度下也表现出一定的抑制活性。

### 1 仪器与材料

核磁共振谱用 Bruker AV III 400 MHz 测定 (TMS 为内标); EI-MS 质谱用 ZQ2000 型质谱仪测定; 半制备型高效液相色谱用 Agilent 1100 型液相色谱仪制备; 半制备柱用 Waters Xbridge C<sub>18</sub> 柱 (10 × 250 mm, 5  $\mu\text{m}$ ) 色谱柱; 酶联免疫检测仪 (Thermo scientific); 微量离心机 (Thermo scientific); SW-CJ-

收稿日期: 2017-06-07 接受日期: 2017-08-02

基金项目: 国家自然科学基金 (81402824); 国家中药标准化项目 (ZYBZH-C-GZ-10)

\* 通信作者 Tel: 86-21-20572000-2027; E-mail: xjtuyxh@126.com

2FD 双人单面超净工作台(苏州净化);电子显微镜(Nikon Eclipse TS100)。

柱色谱硅胶(200~300目),薄层色谱预制板用硅胶(10~40目)均为烟台芝罘黄务硅胶开发试验厂生产;柱色谱用反相硅胶为日本 YMC 公司生产;葡聚糖凝胶 Sephadex LH-20 为美国 GEHealthCare 公司生产;亚硝酸钠( $\text{NaNO}_2$ ),脂多糖(LPS)购自 Sigma 公司;NO 试剂盒(上海碧云天生物科技有限公司);其余常用试剂均为分析纯或色谱纯。

实验药材于 2015 年 9 月采自贵州省,由中国医药工业研究总院吴彤研究员鉴定为荨麻科艾麻属植物红禾麻 *L. bulbifera*,标本保存于中国医药工业研究总院中药创新中心标本室。小鼠巨噬细胞株 RAW264.7 细胞由海医药工业研究院药理评价中心提供。

## 2 实验方法

### 2.1 提取分离

红禾麻干燥全草 5 kg,粉碎后用 90% 工业酒精提取 3 次,每次 1 h。提取液合并,减压浓缩得浸膏 200 g。浸膏悬浮于 900 mL 水中,依次用等体积的石油醚,二氯甲烷,乙酸乙酯和正丁醇萃取 3 次,各萃取部位溶液减压浓缩得浸膏,石油醚部分 90.3 g,二氯甲烷部分 14.1 g,乙酸乙酯部分 6.4 g,正丁醇部分 19.2 g,剩余水部分 60 g。石油醚部分用 HP20 大孔吸附树脂色谱进行脱色,先用 6 L 乙醇洗脱,得乙醇洗脱部位 50.5 g,再用 2.5 L 丙酮冲洗,得丙酮洗脱部位 30.1 g。乙醇洗脱部位用硅胶柱色谱分离,石油醚-丙酮(80:1,50:1,30:1,20:1,10:1,5:1,2:1,1:1)梯度洗脱得到 16 个部分,Fr. 1~16。Fr. 3 经反复 Sephadex LH-20 凝胶色谱得到化合物 2(8.5 mg)。Fr. 4 先后经硅胶柱、凝胶柱和反相柱色谱分离得 4 个部分。Fr. 4-1 经半制备高效液相色谱分离得到化合物 1(6.9 mg);Fr. 4-2 经半制备高效液相色谱分离得到化合物 7(22.6 mg);Fr. 4-4 经半制备高效液相色谱分离得到化合物 5(28 mg)和 6(13.2 mg)。Fr. 6 先后经凝胶柱,硅胶柱和反相柱色谱分离得到 4 个部分,Fr. 6-1 经半制备高效液相色谱分离得到化合物 3(13.7 mg)和 4(14 mg)。

### 2.2 抗 NO 生成活性测试

#### 2.2.1 样品浓度的筛选

取 1  $\mu\text{L}$  质量浓度分别为 10、20、50 和 100  $\mu\text{g}/\text{mL}$  样品加至 99  $\mu\text{L}$  相对密度为  $1 \times 10^5/\text{mL}$  的

RAW264.7 细胞培养液中。在 37  $^\circ\text{C}$ , 5%  $\text{CO}_2$  培养 24 h 后,按试剂盒说明方法测定样品对细胞的毒副作用。DMSO 作为空白溶剂对照。样品对 RAW264.7 细胞的致死率(%) =  $(A_{\text{空白}} - A_{\text{样品}})/A_{\text{空白}} \times 100\%$ ,各浓度重复实验 3 次,根据结果选择致死率小于 10% 的质量浓度进行后续实验。

#### 2.2.2 各浓度样品对 RAW264.7 细胞 NO 生成的抑制

取 1  $\mu\text{L}$  质量浓度分 10、20、50  $\mu\text{g}/\text{mL}$  样品加至 148  $\mu\text{L}$  相对密度为  $1 \times 10^6/\text{mL}$  的 RAW 264.7 细胞培养液中。在 37  $^\circ\text{C}$ , 5%  $\text{CO}_2$  培养 2 h 后,加入 1  $\mu\text{L}$  LPS(0.05  $\mu\text{g}/\text{mL}$ ,溶于高纯水后,以 DMEM 培养液稀释至所需质量浓度),继续培养 22 h。Griess 法<sup>[4]</sup>测定细胞培养液中亚硝酸盐( $\text{NO}_2^-$ )含量以间接反映 NO 生成量(取 100  $\mu\text{L}$  以上细胞培养液,加入等量 Griess 试剂,于 540 nm 波长处测吸光度,以  $\text{NaNO}_2$  溶液制作标准曲线计算培养液中  $\text{NO}_2^-$  的含量)。实验模型组:以 1  $\mu\text{L}$  DMEM 培养液代替 1  $\mu\text{L}$  各样品;空白对照组:以 1  $\mu\text{L}$  DMEM 培养液代替 1  $\mu\text{L}$  各样品,以 1  $\mu\text{L}$  DMEM 培养液代替 1  $\mu\text{L}$  LPS。样品对 NO 生成的抑制率(%) =  $(\text{NO}_2^-_{\text{模型组}} - \text{NO}_2^-_{\text{样品组}})/(\text{NO}_2^-_{\text{模型组}} - \text{NO}_2^-_{\text{空白组}}) \times 100\%$ 。所有数据均用 Excel 2007 软件进行统计处理,以  $\bar{x} \pm s$  表示,组间比较采用 *t* 检验, $P < 0.05$  认为具有显著性差异。

## 3 实验结果

### 3.1 结构鉴定

化合物 1 淡黄色晶体;易溶于氯仿,在 365 nm 处具有绿色荧光。EI-MS  $m/z$  392[M]<sup>+</sup>,分子式为  $\text{C}_{28}\text{H}_{40}\text{O}$ 。<sup>1</sup>H NMR ( $\text{CDCl}_3$ , 400 MHz)  $\delta$ : 6.60 (1H, d,  $J = 9.6$  Hz, H-7), 6.03 (1H, d,  $J = 9.6$  Hz, H-6), 5.73 (1H, s, H-4), 5.26 (1H, dd,  $J = 6.8, 15.2$  Hz, H-23), 5.20 (1H, dd,  $J = 7.6, 15.2$  Hz, H-22), 1.06 (3H, d,  $J = 6.8$  Hz, H-21), 0.99 (3H, s, H-19), 0.96 (3H, s, H-18), 0.93 (3H, d,  $J = 6.8$  Hz, H-28), 0.85 (3H, d,  $J = 6.4$  Hz, H-26), 0.83 (3H, d,  $J = 6.8$  Hz, H-27);<sup>13</sup>C NMR ( $\text{CDCl}_3$ , 100 MHz)  $\delta$ : 34.5 (C-1), 34.4 (C-2), 199.8 (C-3), 123.3 (C-4), 164.7 (C-5), 124.8 (C-6), 134.3 (C-7), 124.8 (C-8), 44.7 (C-9), 37.1 (C-10), 19.3 (C-11), 35.9 (C-12), 44.3 (C-13), 156.4 (C-14), 25.7 (C-15), 28.0 (C-16), 56.1 (C-17), 19.3 (C-18), 17.0 (C-19), 39.6 (C-20), 21.5 (C-21), 135.3 (C-22), 132.9 (C-

23), 43.2 (C-24), 33.4 (C-25), 20.3 (C-26), 20.0 (C-27), 18.0 (C-28)。以上数据与文献<sup>[5]</sup>报道基本一致, 因此确定该化合物为麦角甾酮。

**化合物 2** 白色针状晶体; 易溶于氯仿。EI-MS  $m/z$  412  $[M]^+$ , 分子式为  $C_{29}H_{48}O$ 。<sup>1</sup>H NMR ( $CDCl_3$ , 400 MHz)  $\delta$ : 5.72 (1H, s, H-4), 1.18 (3H, s, H-19), 0.92 (3H, d,  $J = 6.4$  Hz, H-21), 0.84 (3H, t,  $J = 7.6$  Hz, H-29), 0.84 (3H, d,  $J = 7.2$  Hz, H-26), 0.81 (3H, d,  $J = 6.8$  Hz, H-27), 0.71 (3H, s, H-18); <sup>13</sup>C NMR ( $CDCl_3$ , 100 MHz)  $\delta$ : 35.7 (C-1), 33.9 (C-2), 199.7 (C-3), 123.7 (C-4), 171.7 (C-5), 32.9 (C-6), 32.1 (C-7), 35.6 (C-8), 53.8 (C-9), 38.6 (C-10), 21.0 (C-11), 39.6 (C-12), 42.4 (C-13), 55.9 (C-14), 24.2 (C-15), 28.2 (C-16), 56.0 (C-17), 12.0 (C-18), 17.4 (C-19), 36.1 (C-20), 18.7 (C-21), 34.0 (C-22), 26.1 (C-23), 45.8 (C-24), 29.1 (C-25), 19.8 (C-26), 19.0 (C-27), 23.1 (C-28), 11.9 (C-29)。以上数据与文献<sup>[6,7]</sup>报道基本一致, 因此确定该化合物为豆甾-4-烯-3-酮。

**化合物 3** 淡黄色不定形粉末; 易溶于氯仿。EI-MS  $m/z$  426  $[M]^+$ , 分子式为  $C_{29}H_{46}O_2$ 。<sup>1</sup>H NMR ( $CDCl_3$ , 400 MHz)  $\delta$ : 6.16 (1H, s, H-4), 1.16 (3H, s, H-19), 0.93 (3H, d,  $J = 6.4$  Hz, H-21), 0.84 (3H, t,  $J = 7.6$  Hz, H-29), 0.83 (3H, d,  $J = 7.2$  Hz, H-26), 0.81 (3H, d,  $J = 6.8$  Hz, H-27), 0.72 (3H, s, H-18); <sup>13</sup>C NMR ( $CDCl_3$ , 100 MHz)  $\delta$ : 35.7 (C-1), 34.0 (C-2), 199.6 (C-3), 125.6 (C-4), 161.2 (C-5), 202.4 (C-6), 46.9 (C-7), 34.4 (C-8), 51.1 (C-9), 39.9 (C-10), 21.0 (C-11), 39.3 (C-12), 42.7 (C-13), 56.0 (C-14), 24.1 (C-15), 28.1 (C-16), 56.7 (C-17), 12.0 (C-18), 17.6 (C-19), 36.2 (C-20), 18.8 (C-21), 34.1 (C-22), 26.2 (C-23), 45.9 (C-24), 29.3 (C-25), 19.9 (C-26), 19.1 (C-27), 23.2 (C-28), 12.1 (C-29)。以上数据与文献<sup>[8]</sup>报道基本一致, 因此确定该化合物为豆甾-4-烯-3,6-二酮。

**化合物 4** 淡黄色不定形粉末; 易溶于氯仿。EI-MS  $m/z$  424  $[M]^+$ , 分子式为  $C_{29}H_{44}O_2$ 。<sup>1</sup>H NMR ( $CDCl_3$ , 400 MHz)  $\delta$ : 6.17 (1H, s, H-4), 5.15 (1H, dd,  $J = 8.5, 15.2$  Hz, H-23), 5.04 (1H, dd,  $J = 8.5, 15.2$  Hz, H-22), 1.17 (3H, s, H-19), 1.03 (3H, d,  $J = 6.8$  Hz, H-21), 0.85 (3H, d,  $J = 6.4$  Hz, H-26), 0.81 (3H, t,  $J = 7.2$  Hz, H-29), 0.80 (3H, d,  $J = 6.8$  Hz, H-27), 0.74 (3H, s, H-18); <sup>13</sup>C NMR ( $CDCl_3$ , 100

MHz)  $\delta$ : 35.7 (C-1), 34.1 (C-2), 199.6 (C-3), 125.6 (C-4), 161.2 (C-5), 202.4 (C-6), 46.9 (C-7), 34.3 (C-8), 51.1 (C-9), 39.9 (C-10), 21.0 (C-11), 39.2 (C-12), 42.6 (C-13), 55.9 (C-14), 24.2 (C-15), 28.8 (C-16), 56.8 (C-17), 12.2 (C-18), 17.6 (C-19), 40.5 (C-20), 21.2 (C-21), 137.9 (C-22), 129.8 (C-23), 51.4 (C-24), 32.0 (C-25), 21.3 (C-26), 19.1 (C-27), 25.5 (C-28), 12.4 (C-29)。以上数据与文献<sup>[9,10]</sup>报道基本一致, 因此确定该化合物为豆甾-4,22-二烯-3,6-二酮。

**化合物 5** 黄色油状物; 易溶于氯仿。EI-MS  $m/z$  562  $[M]^+$ , 分子式为  $C_{40}H_{66}O$ 。<sup>1</sup>H NMR ( $CDCl_3$ , 400 MHz)  $\delta$ : 5.45 (1H, t,  $J = 7.6$  Hz, H-30), 5.12 (7H, m, H-2, 6, 10, 14, 18, 22, 26), 4.09 (2H, d,  $J = 7.2$  Hz, H-31), 2.09 ~ 1.98 (28H, m, H-3, 4, 7, 8, 11, 12, 15, 16, 19, 20, 23, 24, 27, 28), 1.74 (3H, s, H-40), 1.69 (12H, brs, H-36, 37, 38, 39), 1.60 (12H, brs, H-32, 33, 34, 35); <sup>13</sup>C NMR ( $CDCl_3$ , 100 MHz) 数据参照表 1。以上数据与文献<sup>[11]</sup>报道基本一致, 因此确定该化合物为桦木萜醇 8。

**化合物 6** 黄色油状物; 易溶于氯仿。EI-MS  $m/z$  630  $[M]^+$ , 分子式为  $C_{45}H_{74}O$ 。<sup>1</sup>H NMR ( $CDCl_3$ , 400 MHz)  $\delta$ : 5.44 (1H, t,  $J = 7.2$  Hz, H-34), 5.12 (8H, m, H-2, 6, 10, 14, 18, 22, 26, 30), 4.09 (2H, d,  $J = 7.2$  Hz, H-35), 2.09 ~ 1.98 (32H, m, H-3, 4, 7, 8, 11, 12, 15, 16, 19, 20, 23, 24, 27, 28, 31, 32), 1.75 (3H, s, H-45), 1.69 (15H, brs, H-40, 41, 42, 43, 44), 1.60 (12H, brs, H-36, 37, 38, 39); <sup>13</sup>C NMR ( $CDCl_3$ , 100 MHz) 数据参照表 1。以上数据与文献<sup>[11]</sup>报道基本一致, 因此确定该化合物为桦木萜醇 9。

**化合物 7** 无色油状物; 易溶于氯仿。EI-MS  $m/z$  280  $[M]^+$ , 分子式为  $C_{18}H_{32}O_2$ 。<sup>1</sup>H NMR ( $CDCl_3$ , 400 MHz)  $\delta$ : 5.40 ~ 5.31 (4H, m, H-9, 10, 12, 13), 2.77 (2H, m,  $J = 6.4$  Hz, H-11), 2.35 (2H, t,  $J = 6.4$  Hz, H-2), 2.05 (4H, m, H-8, 14), 1.62 (2H, m, H-3), 1.34 ~ 1.29 (14H, m, H-4, 5, 6, 7, 15, 16, 17), 0.89 (3H, t,  $J = 6.8$  Hz, H-18); <sup>13</sup>C NMR ( $CDCl_3$ , 100 MHz)  $\delta$ : 180.0 (C-1), 34.5 (C-2), 22.9 (C-3), 29.4 (C-4), 27.6 (C-5), 29.5 (C-6), 29.4 (C-7), 26.0 (C-8), 128.4 (C-9), 130.4 (C-10), 25.0 (C-11), 130.6 (C-12), 128.3 (C-13), 27.5 (C-14), 31.9 (C-15), 29.9 (C-16), 29.7 (C-17), 14.4 (C-18)。以上数据与文献<sup>[12]</sup>报道基本一致, 因此确定该化合物为亚油酸。

表 1 化合物 5 和 6  $^{13}\text{C}$  NMR 数据  
Table 1  $^{13}\text{C}$  NMR data of compounds 5 and 6

5		6	
Position	$\delta$	Position	$\delta$
39	140.1	33	140.0
13	136.2	13	136.2
17,21,25	135.6	17,21,25,29	135.5
	135.5		135.5
	135.4		133.4
			135.3
5,9	135.1	5,9	135.1
	135.0		135.0
1	131.4	1	131.4
			125.1
			125.1
			125.0
			125.0
14,18,22,26,30	124.7	14,18,22,26,30,34	125.0
	124.6		124.7
	124.5		124.6
	124.4		124.5
	124.4		124.4
6,10		6,10	
2	124.3	2	124.3
31	59.2	35	59.2
4,8	39.9	4,8	39.9
	39.9		39.9
12,16,20,24,28	32.4 × 3	12,16,20,24,28,32	32.4 × 3
	32.3		32.3
	32.1		32.3
	32.1		32.1
3,7,11	26.9	3,7,11	26.9
	26.8 × 2		26.8 × 2
	26.8		26.8
15,19,23,27	26.6	15,19,23,27,31	26.6 × 2
	26.5		26.5
	26.5		26.4
			26.4
32	25.8	36	25.8
36,37,38,39,40	23.6 × 3	40,41,42,43,44,45	23.6 × 3
	23.6		23.6 × 2
	23.5		23.5
33	17.8	37	17.8
34,35	16.1 × 2	38,39	16.1
			16.1

### 3.2 活性测试结果

与空白对照组比较,模型组 RAW 264.7 细胞  $\text{NO}_2^-$  浓度增加,差异有统计学意义 ( $P < 0.05$ )。与模型组比较,化合物 1~4 在  $50 \mu\text{g}/\text{mL}$  浓度下可明显减少模型细胞 NO 生成 ( $P < 0.05$ ),在其他质量浓度

下也表现出一定的抑制活性,测试结果如表 2。

## 4 讨论

本实验从红禾麻中分离得到 7 个化合物,其中 4 个为甾体类成分,3 个为脂肪酸类成分,均为首次

表2 化合物1~4对RAW264.7细胞抑制NO生成活性( $\bar{x} \pm s, n=3$ )Table 2 The inhibition on NO production of compounds 1-4 in RAW264.7 cells( $\bar{x} \pm s, n=3$ )

组别 Group	质量浓度 Concentration ( $\mu\text{g}/\text{mL}$ )	NO含量 Content of NO( $\mu\text{g}/\text{mL}$ )	NO生成抑制率 Inhibition rate on NO production (%)
空白组 Blank group	-	0.03 $\pm$ 0.01	-
模型组 Model group	-	3.71 $\pm$ 0.29 $^{\Delta}$	-
1	10	3.40 $\pm$ 0.02	8.33 $\pm$ 0.65
	20	2.79 $\pm$ 0.08 $^{\#}$	25.0 $\pm$ 2.10
	50	2.23 $\pm$ 0.05 $^{\#}$	40.1 $\pm$ 1.35
2	10	-	-
	20	3.28 $\pm$ 0.03 $^{\#}$	11.65 $\pm$ 0.81
	50	2.70 $\pm$ 0.01 $^{\#}$	27.41 $\pm$ 0.24
3	10	3.26 $\pm$ 0.00 $^{\#}$	12.21 $\pm$ 0.11
	20	3.28 $\pm$ 0.03 $^{\#}$	11.78 $\pm$ 0.78
	50	2.31 $\pm$ 0.07 $^{\#}$	38.02 $\pm$ 1.90
4	10	-	-
	20	3.35 $\pm$ 0.00 $^{\#}$	9.78 $\pm$ 0.10
	50	2.58 $\pm$ 0.04 $^{\#}$	30.73 $\pm$ 1.06

$^{\Delta}$ 与空白组相比, $P < 0.05$ ;  $^{\Delta}$  VS blank group,  $P < 0.05$ ;  $^{\#}$ 与模型组项目, $P < 0.05$ ;  $^{\#}$  VS model group,  $P < 0.05$ 。

从该属植物中分离报道,丰富了红禾麻及艾麻属化合物库。采用小鼠 RAW 264.7 细胞模型测试四个甾体化合物(1~4)的抗 NO 生成活性,结果显示,化合物 1~4 在高剂量(50  $\mu\text{g}/\text{mL}$ )可明显减少模型细胞 NO 生成,抑制率在 27.41%~40.10%,表明甾体化合物可能是红禾麻抗炎物质基础之一,这为进一步深入研究提供依据。此外,在 20  $\mu\text{g}/\text{mL}$  和 50  $\mu\text{g}/\text{mL}$  浓度时,化合物 1 的 NO 生成抑制率优于 2~4,我们推测可能与 1 中存在高共轭双键有关。

#### 参考文献

- Zhu Z (朱珠), Ma L (马琳), Zhu HY (朱海燕), et al. Chemical constituents of *Laportea bulbifera*. *Chin Med Mat*(中药材), 2011, 34:223-225.
- Su ZQ(苏志强), Zhao ZY (赵增宇), Xie SN(谢胜男), et al. Effects of analgesia, anti-inflammation and immunosuppression of acetic ether extract of chinese medicine hong huo ma. *Chin Pharm Bull*(中国药理学通报), 2009, 25: 559-560.
- Wang SL (汪石丽), Zhang CL (张春丽), Zou H(邹欢), et al. Content Determination of Tannins Components in *Laportea bulbifera* Produced in Guizhou. *J Chinese Pharm* (中国药业), 2015, 24:19-21.
- Green LC, Wagner D, Glogowski J, et al. Analysis of nitrate, nitrite, and [15N] nitrate in biological fluids. *Anal Biochem*,

- 1982, 1:126-131.
- Chen H(陈晗), Chen DQ(陈丹倩), Li QF(李全福), et al. Research progress on pharmacology, pharmacokinetics and determination of ergosta-4, 6, 8 (14), 22-tetraen-3-one. *Chin J Chin Mater Med*(中国中药杂志), 2014, 39:3905-3909.
- Ioanna K, Dennis A, Katerina M, et al. 3-Keto steroids from the marine organisms *Dendrophyllia cornigera* and *Cymodocea nodosa*. *Steroids*, 2006, 71:177-181.
- Marina DG, Ietrom Oand Lucio P. Stigmasterols from *Typha Latzfolza*. *J Nat Prod*, 1990, 53:1430-1453.
- Kun W, Wei L, Kazuo K, et al. Complete  $^1\text{H}$  and  $^{13}\text{C}$  NMR assignments of two phytosterols from roots of *Piper nigrum*. *Magn Reson Chem*, 2004, 42:355-359.
- Louis PS, Vincent R, Bonaventure T, et al. cytotoxic effect of some pentacyclic triterpenes and hemisynthetic derivatives of stigmasterol. *Chem Nat Compd*, 2011, 47:731-734.
- Jia L (贾陆), Guo MM (郭明明), Li D (李东), et al. Chemical constituents from petroleum ether portion of *Abelmoschus esculentus* II. *Chin J Chin Mater Med*(中国中药杂志), 2011, 36:891-895.
- Tadashi A, Kazuhiko M, Takayuki S, et al. Arachisprenols: polyprenols possessing a geranyl residue from *arachis hypogaea*. *Phytochemistry*, 1997, 46:715-720.
- Yang QN(杨楸楠), Ye HY(叶昊宇), Tang HY(唐欢一), et al. Aliphatic compounds from *Portulaca oleracea* L. *Chin Tradit Pat Med*(中成药), 2016, 38:583-587.