

DOI: 10.11931/guihaia.gxzw202105005

梁勇, 李良群, 王丽, 等. 民族药刺梨根茎化学成分及其抗炎活性研究 [J]. 广西植物, 2022, 42(9): 1531-1541.

LIANG Y, LI LQ, WANG L, et al. Chemical constituents and their anti-inflammatory activities from rhizome of ethnic medicine *Rosa roxburghii* [J]. *Guihaia*, 2022, 42(9): 1531-1541.

# 民族药刺梨根茎化学成分及其抗炎活性研究

梁勇<sup>1,2,3</sup>, 李良群<sup>1,2</sup>, 王丽<sup>1,2</sup>, 周浪<sup>1,2</sup>, 杨小生<sup>1,2\*</sup>

(1. 贵州医科大学省部共建药用植物功效与利用国家重点实验室, 贵阳 550002; 2. 贵州省中国科学院天然产物化学重点实验室, 贵阳 550014; 3. 贵州医科大学药学院, 贵阳 550025)

**摘要:** 民族药刺梨根茎在贵州少数民族地区有着广泛的应用, 为验证其化学成分的抗炎活性, 该文以民族药新鲜刺梨根茎为原料, 采用硅胶柱色谱、Sephadex LH-20 柱色谱等方法对其根茎的化学成分进行分离纯化, 通过理化性质和 NMR 等波谱数据鉴定化合物的结构; 采用脂多糖 (LPS) 诱导的小鼠巨噬细胞 RAW 264.7 作为炎症模型, 考察刺梨根茎化学成分对巨噬细胞经 LPS 刺激后产生的 NO 炎症因子的影响, 评价其抗炎活性。结果表明: (1) 从刺梨根茎乙醇提取物中共分离获得 15 个化合物, 结构分别鉴定为刺梨苷 (1)、野蔷薇苷 (2)、蔷薇酸 (3)、 $\beta$ -D-glucopyranosyl-(2a $\rightarrow$ 1b)-2a-O- $\beta$ -L-arabinopyranosyl-(2b $\rightarrow$ 1c)-2b-O- $\beta$ -L-arabinopyranosyl-(2c $\rightarrow$ 1d)-2c-O- $\beta$ -L-arabinopyranosyl-(2d $\rightarrow$ 1e)-2d-O- $\beta$ -L-arabinopyranosyl-(2e $\rightarrow$ 1f)-2e-O- $\beta$ -L-arabinopyranoside (4)、儿茶素 (5)、3-O-methylellagic acid-4'-O- $\beta$ -D-xylopyranoside (6)、3-O-methylellagic acid-4'-O- $\alpha$ -L-rhamnopyranoside (7)、委陵菜酸 (8)、桦木酸 (9)、spinolic acid (10)、arjunic acid (11)、 $\beta$ -谷甾醇 (12)、 $\beta$ -胡萝卜苷 (13)、 $\alpha$ -tocopherol (14)、正二十六烷 (15)。其中化合物 4、6、7 首次从该植物中分离得到。(2) 对其中的化合物 1-7 进行体外抗炎活性实验, 结果发现化合物 1-7 对 LPS 诱导的小鼠巨噬细胞 RAW 264.7 释放的 NO 均有明显抑制作用, 且呈剂量依赖关系; 化合物 1-7 在抗炎作用上表现出较好活性, 其 IC<sub>50</sub> 值分别为 25.07、24.56、17.65、9.87、16.67、40.83、34.98  $\mu\text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$  (阳性对照地塞米松为 22.46  $\mu\text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$ ), 其中化合物 3、4、5 的活性优于地塞米松。该研究结果阐明了刺梨根茎中的三萜类、鞣花酸类、黄酮类和寡糖类化合物是其抗炎作用的主要有效成分, 并验证了刺梨根茎的民间抗炎功效。

**关键词:** 民族药, 刺梨根茎, 化学成分, 分离鉴定, 抗炎活性

中图分类号: Q946 文献标识码: A 文章编号: 1000-3142(2022)09-1531-11

## Chemical constituents and their anti-inflammatory activities from rhizome of ethnic medicine *Rosa roxburghii*

收稿日期: 2021-07-07

**基金项目:** 贵州省发改委工程中心项目 黔财建 [2019]303 号; 贵州省科技创新能力建设专项 (黔科合服企 [2020]4013 号); 贵州省工信厅刺梨专项 (黔财农 [2019]261 号, 黔财农 [2020]307 号); 贵州省教育厅高等学校特色重点实验室 黔教合 KY 字 [2020]018 号 [Supported by Engineering Center of Guizhou Development and Reform Commission ([2019]303); Special Fund of Guizhou Science and Technology Innovation Capability Construction ([2020]4013); *Rosa roxburghii* Special Programs from Guizhou Provincial Department of Industry and Information Technology ([2019]261, [2020]307); Key Laboratory of Higher Education Characteristics of Guizhou Province Education Department ([2020]018)].

**第一作者:** 梁勇 (1994-), 硕士研究生, 主要从事民族药用植物资源化学研究及其药理活性研究, (E-mail) 1326581896@qq.com。**通信作者:** 杨小生, 博士, 研究员, 主要从事民族药用植物资源化学研究及其新产品开发, (E-mail) gzcnp@sina.cn。

LIANG Yong<sup>1,2,3</sup>, LI Liangqun<sup>1,2</sup>, WANG Li<sup>1,2</sup>, ZHOU Lang<sup>1,2</sup>, YANG Xiaosheng<sup>1,2\*</sup>

( 1. State Key Laboratory of Functions and Applications of Medicinal Plants, Guizhou Medical University, Guiyang 550002, China; 2. The Key Laboratory of Chemistry for Natural Product of Guizhou Province and Chinese Academy of Sciences, Guiyang 550014, China; 3. School of Pharmacy, Guizhou Medical University, Guiyang 550025, China )

**Abstract:** To study the anti-inflammatory of chemical constituents from the rhizome of ethnic medicine *Rosa roxburghii*. The chemical constituents of fresh *R. roxburghii* rhizome were studied by separation and purification technology, and their structures were identified through physicochemical properties and spectral data. The inflammatory model of RAW 264.7 induced by lipopolysaccharide (LPS) *in vitro* was established. The cell viability was detected by MTT assay, the release of inflammatory factor NO in the cell culture medium was detected by Griess method and the anti-inflammatory activity of each compound was evaluated through the kit. The results were as follows: (1) Fifteen compounds were isolated and identified as kaji-ichigoside F1 (**1**), rosamultin (**2**), euscaphicacid (**3**),  $\beta$ -D-glucopyranosyl-(2a  $\rightarrow$  1b)-2a-O- $\beta$ -L-arabinopyranosyl-(2b  $\rightarrow$  1c)-2b-O- $\beta$ -L-arabinopyranosyl-(2c  $\rightarrow$  1d)-2c-O- $\beta$ -L-arabinopyranosyl-(2d  $\rightarrow$  1e)-2d-O- $\beta$ -L-arabinopyranosyl-(2e  $\rightarrow$  1f)-2e-O- $\beta$ -L-arabinopyranoside (**4**), catechin (**5**), 3-O-methylellagic acid-4'-O- $\beta$ -D-xylopyranoside (**6**), 3-O-methylellagic acid-4'-O- $\alpha$ -L-rhamnopyranoside (**7**), tormentic acid (**8**), betulinic acid (**9**), spinosic acid (**10**), arjunic acid (**11**),  $\beta$ -sitosterol (**12**),  $\beta$ -daucosterol (**13**),  $\alpha$ -tocopherol (**14**) and *n*-hexacosane (**15**). Compounds **4**, **6** and **7** were isolated from *R. roxburghii* for the first time. (2) The results of *in vitro* anti-inflammatory activity showed that compounds **1-7** significantly inhibited LPS induced NO production from RAW 264.7 in a dose-dependent manner, anti-inflammatory activities of compounds **1-7** were showed better, and the IC<sub>50</sub> values were 25.07, 24.56, 17.65, 9.87, 16.67, 40.83 and 34.98  $\mu\text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$ , respectively (dexamethasone as positive control 22.46  $\mu\text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$ ), among which compounds **3**, **4** and **5** were slightly better than dexamethasone. The results indicate that triterpenoids, ellagic acids, flavonoids and oligosaccharides from *R. roxburghii* are the main effective components and verify its anti-inflammatory effects in folk application.

**Key words:** ethnic medicine, rhizome of *Rosa roxburghii*, chemical constituents, isolation and identification, anti-inflammatory activity

刺梨 (*Rosa roxburghii*) 是一种蔷薇科 (Rosaceae) 蔷薇属 (*Rosa*) 多年生的落叶灌木植物, 别名缫丝花、刺菠萝和文先果等 (代甜甜等, 2015), 主要分布于我国西南地区, 尤其以贵州省分布最为广泛。刺梨的功效最早记载于 1690 年, 《黔书》“味甘而微酸, 食之可以已闷, 亦可消滞积”。作为贵州民族药材, 先后收录于《贵州省中药材、民族药材质量标准》(1994 版和 2003 版) 中, 具有消食健脾收敛止泻的功效, 主要用于治疗积食腹胀、泄泻、止痛等。刺梨的根茎具有治疗急性细菌性痢疾和慢性胃溃疡等作用 (陈建中等, 2001; 陈云志和刘安英, 2007), 它在贵州民间炎症疾病均有广泛应用。在贵州荔波地区, 瑶族老百姓常用刺梨根茎煎汤服用治疗消化系统疾病和带下病症 (余跃生等, 2015; 郑志强等, 2016), 以及治疗猪、牛、羊等多种畜禽的痢疾泄泻 (罗茂川和白贤彩, 2008)。刺梨根茎抗炎功效应用在多个民族

均有记载, 如苗族用刺梨根治急性肠炎 (邱德文和杜江, 2005)。土家族用于治胃痛、中暑、食积腹胀、痢疾、肠炎等疾病 (朱国豪, 2006)。布依用刺梨根入药, 添加野荞头、鱼鳅串适量水煎服以治胃痛 (陆科闵, 1992)。仡佬人民以刺梨根入药, 辅以石榴皮煎水服 (日服 3 次) 治上吐下泻 (潘炉台等, 2003)。

刺梨除了维生素 C 含量丰富之外, 还含有丰富的多糖、黄酮、酚酸和三萜等活性成分 (杨娟等, 2006; 张峻松等, 2007)。现代药理研究表明, 刺梨具有降血糖、抗菌、抗氧化和抗癌作用 (汪磊, 2019; 梁梦琳等, 2019)。目前, 有关刺梨根茎化学成分文献报道不多, 其化学成分的抗炎活性研究未见报道。基于刺梨根茎在贵州少数民族地区的实际应用确切疗效, 为了进一步阐明该民族药的抗炎活性物质基础, 本实验开展刺梨根茎化学成分及其抗炎活性研究。本实验结果不仅为民族药

刺梨应用提供科学根据,也为其后续刺梨活性成分的进一步开发利用提供物质基础。

## 1 材料与方法

### 1.1 材料

药材:采自贵州省贵阳市白云区,经贵州中医药大学孙庆文教授鉴定为蔷薇科植物刺梨(*Rosa roxburghii*)的根茎,凭证标本存于贵州省中国科学院天然产物化学重点实验室功能中心(凭证标本号:CL201901)。

细胞株:小鼠单核巨噬细胞(RAW 264.7),购买于中乔新舟生物科技有限公司,在贵州省中国科学院天然产物化学重点实验室功能中心冻存。

### 1.2 仪器

Hewlett Pakard110 质谱仪(美国惠普公司),BrukerAM-600MHz 核磁共振测试仪(美国布鲁克公司),倒置荧光显微镜(Nikon 公司),二氧化碳培养箱(ESCO 公司),-80℃超低温冰箱(Thermo 公司),多模式酶标仪(PerkinElmer 公司)。

### 1.3 试剂

柱色谱硅胶(60~100目,200~300目,300~400目,青岛海洋化工厂),Sephadex LH-20(美国GE公司),二甲基亚砜(DMSO 天津市致远化学试剂有限公司),PBS pH 7.4 缓冲液、FBS 胎牛血清、DMEM 培养基(默克公司),胰蛋白酶 EDTA(生物工业以色列拜特海姆有限公司),脂多糖(lipopolysaccharide, LPS)、噻唑蓝(methyl thiazolyl tetrazolium, MTT)(默克公司),地塞米松(dexamethasone)(默克公司),NO 检测试剂盒(碧云天生物技术公司)。

### 1.4 实验方法

1.4.1 提取与分离 新鲜刺梨根茎(40 kg)洗净、切碎后,先用80%乙醇浸泡3 d,再用80%的乙醇热回流提取3次,每次2 h,趁热过滤,合并提取液,减压浓缩至无醇味,转移到水浴锅(60℃)浓缩为浸膏,浸膏0.65 kg。

对浸膏进行硅胶柱层析分离,选用氯仿:甲醇=(10:1,5:1,1:1,0:1)作洗脱剂,得到四个部分,分别为A部分11 g、B部分97 g、C部分69 g和D部分263 g。D部分采用氯仿:甲醇=6:1洗脱,得到D1和D2两个亚流分。D1部分使用氯仿:甲醇=8:1洗脱,减压浓缩甲醇重结晶得到

化合物5(40 mg);对D2部分采用Sephadex LH-20凝胶色谱柱甲醇洗脱和硅胶柱氯仿:甲醇=6:1~4:1洗脱,获得化合物4(200 mg)、化合物6(25 mg)和化合物7(18 mg)。C部分依次用氯仿:甲醇=30:1~20:1~10:1等度洗脱,得到C1、C2、C3三个亚流分。C1部分用氯仿:甲醇=10:1洗脱和甲醇重结晶得到化合物1(65 mg)和2(42 mg);C3部分用氯仿:甲醇=30:1~20:1梯度洗脱,重结晶得到化合物9(16 mg)。B部分用氯仿:甲醇=20:1~10:1梯度洗脱,重结晶得到化合物3(35 mg)、8(26 mg)、10(15 mg)、11(23 mg)、13(15 mg)。A部分依次用石油醚:乙酸乙酯=40:1~30:1~20:1等度洗脱,得到化合物15(15 mg)、化合物12(25 mg)和化合物14(18 mg)。其中,化合物1~14的结构式见图1。

#### 1.4.2 单体化合物对 RAW 264.7 细胞活力的影响

采用MTT法(周晗等,2020)检测单体化合物对小鼠巨噬细胞 RAW 264.7 活力的影响,取对数生长期细胞,调整细胞浓度为每毫升 $2 \times 10^4$ 个,接种于96孔板中,每孔100  $\mu\text{L}$ ,在37℃、5%  $\text{CO}_2$ 培养箱中培养至细胞贴壁,加入不同浓度药液作为给药组,继续培养24 h,每孔加入20  $\mu\text{L}$ 的MTT( $5 \text{ mg} \cdot \text{mL}^{-1}$ ),4 h后吸取上清液,每孔加入150  $\mu\text{L}$  DMSO,避光振荡10 min,在570 nm下检测其吸光度值。

1.4.3 Griess 法检测 RAW 264.7 细胞 NO 释放 采用LPS诱导的小鼠巨噬细胞 RAW 264.7 炎症模型评价单体化合物抗炎活性,利用Griess试剂显色法检测NO释放量(杨晓露等,2013)。取对数生长期细胞,调整细胞浓度为每毫升 $1 \times 10^5$ 个,接种于96孔板中,待细胞贴壁后,每孔加入不同浓度待测样品,LPS的终浓度为 $1 \mu\text{g} \cdot \text{mL}^{-1}$ ,每个浓度设置3个复孔,继续培养24 h,取培养液上清,按NO试剂盒说明书操作,测定NO的释放量。用酶标仪在540 nm下测定吸光度值,实验数据由GraphPad Prism 7生物统计学软件计算药物对小鼠巨噬细胞 RAW 264.7 炎症因子NO释放的 $\text{IC}_{50}$ 值。

## 2 结果与分析

### 2.1 结构鉴定

化合物1 白色粉末。ESI-MS  $m/z$ : 673.3  $[\text{M}+\text{Na}]^+$ , 分子式为 $\text{C}_{36}\text{H}_{58}\text{O}_{10}$ 。 $^1\text{H}$  NMR (600 MHz,

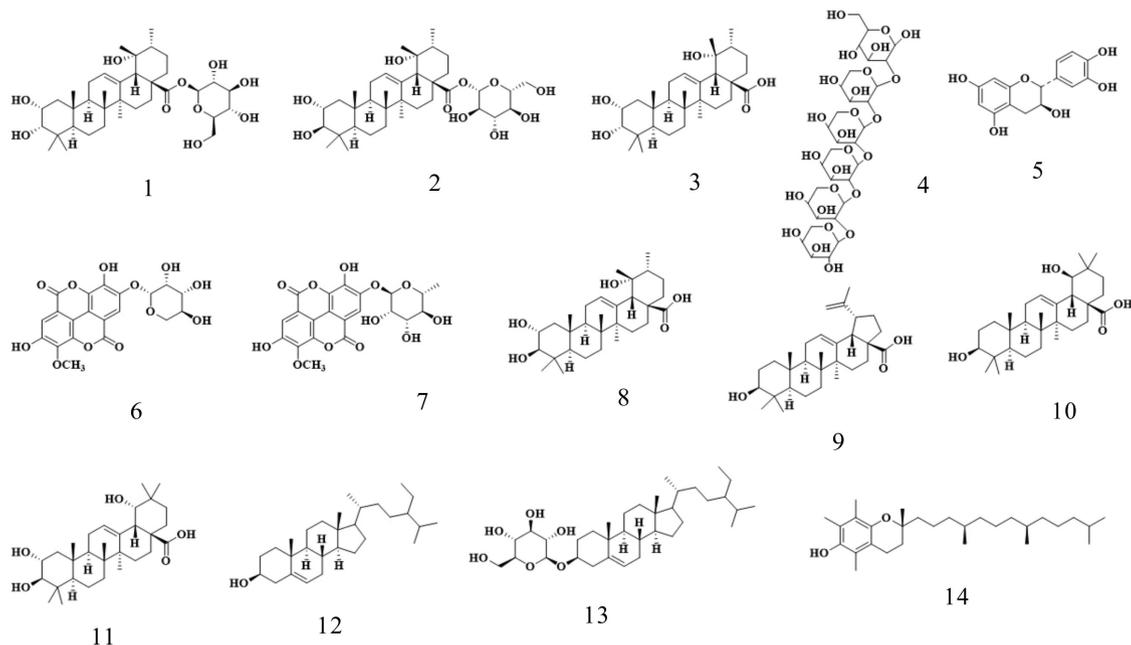


图1 化合物1-14结构式

Fig. 1 Chemical structures of compounds 1-14

CD<sub>3</sub>OD)  $\delta$ : 5.35 (1H, d,  $J = 12.0$  Hz, glc-1), 5.32 (1H, br s, H-12), 2.52 (1H, s, H-18), 2.65 (1H, m, H-3), 1.35 (3H, s, CH<sub>3</sub>-27), 1.20 (3H, s, CH<sub>3</sub>-29), 0.98 (3H, d, CH<sub>3</sub>-25), 0.97 (3H, d, CH<sub>3</sub>-23), 0.92 (3H, d,  $J = 9.0$  Hz, CH<sub>3</sub>-30), 0.84 (3H, s, CH<sub>3</sub>-23), 0.75 (3H, s, CH<sub>3</sub>-24); <sup>13</sup>C NMR (150 MHz, CD<sub>3</sub>OD)  $\delta$ : 42.5 (C-1), 67.3 (C-2), 80.1 (C-3), 39.6 (C-4), 49.2 (C-5), 22.6 (C-6), 34.2 (C-7), 41.5 (C-8), 48.5 (C-9), 39.4 (C-10), 24.5 (C-11), 129.5 (C-12), 139.5 (C-13), 42.8 (C-14), 29.5 (C-15), 26.5 (C-16), 48.5 (C-17), 55.2 (C-18), 73.5 (C-19), 43.0 (C-20), 27.3 (C-21), 38.5 (C-22), 29.3 (C-23), 16.6 (C-24), 17.2 (C-25), 19.3 (C-26), 24.8 (C-27), 178.5 (C-28), 27.2 (C-29), 17.7 (C-30), 95.6 (C-1'), 73.5 (C-2'), 78.6 (C-3'), 71.3 (C-4'), 78.5 (C-5'), 62.5 (C-6')。以上数据与文献 (Yuan et al., 2019) 基本一致, 故鉴定化合物 1 为刺梨苷。

化合物 2 白色粉末。ESI-MS  $m/z$ : 673.5 [M+Na]<sup>+</sup>, 分子式为 C<sub>36</sub>H<sub>58</sub>O<sub>10</sub>。<sup>1</sup>H NMR (600 MHz, CD<sub>3</sub>OD)  $\delta$ : 5.35 (1H, d,  $J = 12.0$  Hz, glc-1), 5.32 (1H, br s, H-12), 2.50 (1H, s, H-18), 1.32 (3H, s, CH<sub>3</sub>-27), 1.28 (3H, s, CH<sub>3</sub>-

29), 1.15 (3H, s, CH<sub>3</sub>-25), 1.05 (3H, s, CH<sub>3</sub>-23), 0.92 (3H, d,  $J = 7.5$  Hz, CH<sub>3</sub>-30), 0.80 (3H, s, CH<sub>3</sub>-26), 0.75 (3H, s, CH<sub>3</sub>-24); <sup>13</sup>C NMR (150 MHz, CD<sub>3</sub>OD)  $\delta$ : 48.2 (C-1), 69.5 (C-2), 84.2 (C-3), 39.2 (C-4), 56.5 (C-5), 19.7 (C-6), 34.0 (C-7), 41.5 (C-8), 48.6 (C-9), 40.6 (C-10), 24.8 (C-11), 129.5 (C-12), 139.7 (C-13), 42.8 (C-14), 29.5 (C-15), 26.5 (C-16), 48.5 (C-17), 55.0 (C-18), 73.5 (C-19), 43.0 (C-20), 27.3 (C-21), 36.9 (C-22), 29.3 (C-23), 17.6 (C-24), 16.5 (C-25), 17.5 (C-26), 24.9 (C-27), 178.5 (C-28), 28.6 (C-29), 25.2 (C-30), 95.8 (C-1'), 73.6 (C-2'), 78.2 (C-3'), 71.3 (C-4'), 78.5 (C-5'), 62.3 (C-6')。以上数据与文献 (李晓强等, 2008) 基本一致, 故鉴定化合物 2 为野蔷薇苷。

化合物 3 白色粉末。ESI-MS  $m/z$ : 511.2 [M+Na]<sup>+</sup>, 分子式为 C<sub>30</sub>H<sub>48</sub>O<sub>5</sub>。<sup>1</sup>H NMR (600 MHz, CD<sub>3</sub>OD)  $\delta$ : 5.30 (1H, br s, H-12), 3.91 (1H, br d,  $J = 18.0$  Hz, H-3), 3.31 (1H, overlap, H-2), 2.50 (1H, s, H-18), 1.35 (3H, s, CH<sub>3</sub>-27), 1.28 (3H, s, CH<sub>3</sub>-29), 1.18 (3H, s, CH<sub>3</sub>-25), 0.98 (3H, s, CH<sub>3</sub>-23), 0.92 (3H, d,  $J = 10.5$  Hz, CH<sub>3</sub>-30), 0.85 (3H, s, CH<sub>3</sub>-26), 0.75

(3H, s, CH<sub>3</sub>-24); <sup>13</sup>C NMR (150 MHz, CD<sub>3</sub>OD) δ: 42.3 (C-1), 67.2 (C-2), 80.2 (C-3), 41.2 (C-4), 49.3 (C-5), 24.5 (C-6), 34.0 (C-7), 39.3 (C-8), 48.2 (C-9), 39.5 (C-10), 27.2 (C-11), 129.3 (C-12), 140.0 (C-13), 42.8 (C-14), 29.5 (C-15), 26.5 (C-16), 48.5 (C-17), 55.0 (C-18), 73.5 (C-19), 43.0 (C-20), 19.2 (C-21), 36.9 (C-22), 39.0 (C-23), 29.3 (C-24), 17.5 (C-25), 16.6 (C-26), 27.0 (C-27), 182.5 (C-28), 24.9 (C-29), 16.9 (C-30)。以上数据与文献(刘学贵等,2013)基本一致,故鉴定化合物**3**为蔷薇酸。

化合物**4** 黄色半固体。ESI-MS  $m/z$ : 840.6 [M-H]<sup>-</sup>, 分子式为 C<sub>31</sub>H<sub>53</sub>O<sub>26</sub>。<sup>1</sup>H NMR (600 MHz, CD<sub>3</sub>OD) δ: 4.45 (d, H-1a), 3.96 (dd, H-2a), 3.48 (m, H-3a), 3.83 (m, H-4a), 3.95 (m, H-5a), 3.15 (d, H-6a), 5.08 (d, H-1b), 4.03 (dd, H-2b), 3.45 (m, H-3b), 3.85 (m, H-4b), 3.22 (d, H-5b), 4.63 (d, H-1c), 3.94 (m, H-2c), 3.46 (m, H-3c), 3.75 (m, H-4c), 3.25 (d, H-5c), 4.85 (br s, H-1d), 4.05 (dd, H-2d), 3.43 (m, H-3d), 3.73 (m, H-4d), 3.35 (d, H-5d), 4.83 (br s, H-1e), 4.05 (dd, H-2e), 3.46 (m, H-3e), 3.73 (m, H-4e), 3.30 (br s, H-5e), 4.50 (d, H-1f), 3.92 (dd, H-2f), 3.56 (m, H-3f), 3.60 (m, H-4f), 3.35 (d, H-5f); <sup>13</sup>C NMR (150 MHz, CD<sub>3</sub>OD) δ: 99.5 (C-1a), 84.2 (C-2a), 69.8 (C-3a), 69.5 (C-4a), 76.5 (C-5a), 60.5 (C-6a), 94.2 (C-1b), 83.1 (C-2b), 76.3 (C-3b), 66.0 (C-4b), 62.5 (C-5b), 91.3 (C-1c), 83.1 (C-2c), 74.6 (C-3c), 64.9 (C-4c), 62.6 (C-5c), 98.5 (C-1d), 78.4 (C-2d), 73.8 (C-3d), 65.0 (C-4d), 62.6 (C-5d), 103.5 (C-1e), 78.1 (C-2e), 73.1 (C-3e), 72.0 (C-4e), 64.5 (C-5e), 105.5 (C-1f), 77.3 (C-2f), 71.2 (C-3f), 63.8 (C-4f), 63.5 (C-5f)。以上数据与文献(III et al., 2014)基本一致,故鉴定为化合物**4**为 β-D-glucopyranosyl-(2a→1b)-2a-O-β-L-arabinopyranosyl-(2b→1c)-2b-O-β-L-arabinopyranosyl-(2c→1d)-2c-O-β-L-arabinopyranosyl-(2d→1e)-2d-O-β-L-arabinopyranosyl-(2e→1f)-2e-O-β-L-arabinopyranoside。

化合物**5** 黄色粉末。ESI-MS  $m/z$ : 289.2 [M-H]<sup>-</sup>, 分子式为 C<sub>15</sub>H<sub>14</sub>O<sub>6</sub>。<sup>1</sup>H NMR (600 MHz, CD<sub>3</sub>OD)

δ: 8.03 (4H, s, OH×4), 4.55 (1H, d,  $J=10.5$  Hz, H-2), 5.95 (1H, d,  $J=2.25$  Hz, H-6), 6.01 (1H, d,  $J=2.25$  Hz, H-8), 6.91 (1H, br s, H-2'), 6.75 (1H, br d,  $J=12$  Hz, H-5'), 6.81 (1H, d,  $J=12$  Hz, H-6'), 4.05 (1H, br s, OH×3); <sup>13</sup>C NMR (150 MHz, CD<sub>3</sub>OD) δ: 82.5 (C-2), 68.2 (C-3), 28.5 (C-4), 157.3 (C-5), 95.6 (C-6), 157.2 (C-7), 95.2 (C-8), 157.0 (C-9), 99.8 (C-10), 132.0 (C-1'), 115.5 (C-2'), 145.4 (C-3'), 145.3 (C-4'), 115.3 (C-5'), 119.3 (C-6')。以上数据与文献(杨秀伟等,2020)基本一致,故鉴定化合物**5**为儿茶素。

化合物**6** 黄色针晶。ESI-MS  $m/z$ : 919.5 [2M+Na]<sup>+</sup>, 分子式为 C<sub>20</sub>H<sub>16</sub>O<sub>12</sub>。<sup>1</sup>H NMR (600 MHz, DMSO-*d*<sub>6</sub>) δ: 7.55 (1H, s, H-5), 7.72 (1H, s, H-5'), 3.95 (3H, s, -OCH<sub>3</sub>), 5.00 (1H, d,  $J=14$  Hz, H-1''); <sup>13</sup>C NMR (150 MHz, DMSO-*d*<sub>6</sub>) δ: 113.2 (C-1), 141.5 (C-2), 140.1 (C-3), 152.4 (C-4), 111.3 (C-5), 111.3 (C-6), 158.7 (C-7), 114.1 (C-1'), 141.7 (C-2'), 135.5 (C-3'), 146.5 (C-4'), 107.3 (C-5'), 111.4 (C-6'), 158.5 (C-7'), 60.9 (C<sub>3</sub>-OCH<sub>3</sub>), 102.5 (C-1''), 72.5 (C-2''), 75.3 (C-3''), 69.2 (C-4''), 65.1 (C-5'')。以上数据与文献(孔令义等,2009)基本一致,故鉴定化合物**6**为 3-O-methylelagic acid-4'-O-β-D-xylopyranoside。

化合物**7** 黄色针晶。ESI-MS  $m/z$ : 461.2 [M-H]<sup>-</sup>, 分子式为 C<sub>21</sub>H<sub>18</sub>O<sub>12</sub>。<sup>1</sup>H NMR (600 MHz, DMSO-*d*<sub>6</sub>) δ: 7.48 (1H, s, H-5), 7.60 (1H, s, H-5'), 3.95 (3H, s, -OCH<sub>3</sub>), 5.42 (1H, s, H-1''); <sup>13</sup>C NMR (150 MHz, DMSO-*d*<sub>6</sub>) δ: 107.3 (C-1), 140.1 (C-2), 136.2 (C-3), 146.5 (C-4), 111.3 (C-5), 111.5 (C-6), 158.7 (C-7), 114.1 (C-1'), 141.7 (C-2'), 141.6 (C-3'), 152.6 (C-4'), 111.6 (C-5'), 113.0 (C-6'), 158.5 (C-7'), 60.9 (C<sub>3</sub>-OCH<sub>3</sub>), 100.3 (C-1''), 70.2 (C-2''), 70.5 (C-3''), 71.5 (C-4''), 69.8 (C-5''), 17.8 (C-6'')。以上数据与文献(Guan et al., 2007)基本一致,故鉴定化合物**7**为 3-O-methylelagic acid-4'-O-α-L-rhamnopyranoside。

化合物**8** 白色粉末。ESI-MS  $m/z$ : 511.3 [M+Na]<sup>+</sup>, 分子式为 C<sub>30</sub>H<sub>48</sub>O<sub>5</sub>。<sup>1</sup>H NMR (600 MHz, CD<sub>3</sub>OD) δ: 5.20 (1H, br s, H-12), 4.38 (1H, m, H-2), 3.41 (1H, overlap, H-3), 2.48

(1H, s, H-18), 1.28 (3H, s, CH<sub>3</sub>-27), 1.06 (3H, s, CH<sub>3</sub>-29), 0.92 (3H, s, CH<sub>3</sub>-25), 0.88 (3H, s, CH<sub>3</sub>-23), 0.68 (3H, s, CH<sub>3</sub>-26), 0.82 (3H, d, *J* = 10.5 Hz, CH<sub>3</sub>-30), 0.65 (3H, s, CH<sub>3</sub>-24); <sup>13</sup>C NMR (150 MHz, CD<sub>3</sub>OD) δ: 47.5 (C-1), 67.2 (C-2), 82.5 (C-3), 38.9 (C-4), 55.2 (C-5), 18.4 (C-6), 32.4 (C-7), 40.0 (C-8), 46.8 (C-9), 38.7 (C-10), 23.5 (C-11), 127.0 (C-12), 138.9 (C-13), 41.5 (C-14), 28.3 (C-15), 25.6 (C-16), 47.3 (C-17), 53.5 (C-18), 71.8 (C-19), 41.6 (C-20), 26.1 (C-21), 37.5 (C-22), 29.2 (C-23), 16.5 (C-24), 16.4 (C-25), 18.4 (C-26), 24.2 (C-27), 179.2 (C-28), 26.7 (C-29), 17.4 (C-30)。以上数据与文献(杨秀伟和赵静,2003)基本一致,故鉴定化合物**8**为委陵菜酸。

化合物**9** 白色粉末。ESI-MS *m/z*: 479.4 [M+Na]<sup>+</sup>, 分子式为 C<sub>30</sub>H<sub>48</sub>O<sub>3</sub>。<sup>1</sup>H NMR (600 MHz, CDCl<sub>3</sub>) δ: 4.65 (1H, br s, H-29a), 4.52 (1H, s, H-29b), 3.10 (1H, dd, *J* = 11.2 Hz, H-3), 1.65 (3H, s, H-30), 0.95 (3H, s, H-23), 0.86 (3H, s, H-26), 0.78 (3H, s, H-25), 0.68 (3H, s, H-24); <sup>13</sup>C NMR (150 MHz, CDCl<sub>3</sub>) δ: 38.5 (C-1), 27.2 (C-2), 79.3 (C-3), 38.5 (C-4), 55.2 (C-5), 17.9 (C-6), 34.5 (C-7), 40.5 (C-8), 50.3 (C-9), 37.2 (C-10), 22.5 (C-11), 25.7 (C-12), 37.3 (C-13), 43.0 (C-14), 27.2 (C-15), 32.2 (C-16), 57.8 (C-17), 45.5 (C-18), 49.6 (C-19), 149.7 (C-20), 29.0 (C-21), 37.5 (C-22), 27.5 (C-23), 15.2 (C-24), 16.0 (C-25), 16.2 (C-26), 15.2 (C-27), 181.2 (C-28), 109.2 (C-29), 19.5 (C-30)。以上数据与文献(Simin et al., 2007)基本一致,故鉴定化合物**9**为桦木酸。

化合物**10** 白色粉末。ESI-MS *m/z*: 495.3 [M+Na]<sup>+</sup>, 分子式为 C<sub>30</sub>H<sub>48</sub>O<sub>4</sub>。<sup>1</sup>H NMR (600 MHz, CD<sub>3</sub>OD) δ: 5.33 (1H, br s, H-12), 3.15 (1H, overlap, H-3), 3.10 (1H, s, H-18), 1.28 (3H, s, CH<sub>3</sub>-27), 1.06 (3H, s, CH<sub>3</sub>-29), 0.92 (3H, s, CH<sub>3</sub>-25), 1.02 (3H, s, CH<sub>3</sub>-23), 0.98 (3H, s, CH<sub>3</sub>-30), 0.78 (3H, s, CH<sub>3</sub>-26), 0.82 (3H, s, CH<sub>3</sub>-24); <sup>13</sup>C NMR (150 MHz, CD<sub>3</sub>OD) δ: 38.5 (C-1), 26.8 (C-2), 78.6 (C-3), 38.5

(C-4), 55.5 (C-5), 18.4 (C-6), 32.8 (C-7), 39.5 (C-8), 47.6 (C-9), 37.2 (C-10), 23.9 (C-11), 123.5 (C-12), 143.5 (C-13), 41.5 (C-14), 28.3 (C-15), 27.5 (C-16), 45.5 (C-17), 44.2 (C-18), 81.3 (C-19), 34.9 (C-20), 28.5 (C-21), 32.8 (C-22), 27.6 (C-23), 15.1 (C-24), 14.5 (C-25), 16.6 (C-26), 24.2 (C-27), 181.2 (C-28), 27.5 (C-29), 24 (C-30)。以上数据与文献(Xiao et al., 2011)基本一致,故鉴定化合物**10**为 spinosic acid。

化合物**11** 白色粉末。ESI-MS *m/z*: 511.1 [M+Na]<sup>+</sup>, 分子式为 C<sub>30</sub>H<sub>48</sub>O<sub>5</sub>。<sup>1</sup>H NMR (600 MHz, CD<sub>3</sub>OD) δ: 5.30 (1H, br s, H-12), 3.95 (1H, br d, *J* = 16.5 Hz, H-3), 3.63 (1H, m, H-2), 2.48 (1H, s, H-18), 1.28 (3H, s, CH<sub>3</sub>-27), 1.15 (3H, s, CH<sub>3</sub>-29), 1.01 (3H, s, CH<sub>3</sub>-25), 0.96 (3H, s, CH<sub>3</sub>-23), 0.92 (3H, d, *J* = 10.5 Hz, CH<sub>3</sub>-30), 0.78 (3H, s, CH<sub>3</sub>-26), 0.76 (3H, s, CH<sub>3</sub>-24); <sup>13</sup>C NMR (150 MHz, CD<sub>3</sub>OD) δ: 47.5 (C-1), 69.5 (C-2), 84.2 (C-3), 40.5 (C-4), 56.5 (C-5), 19.3 (C-6), 33.8 (C-7), 40.5 (C-8), 48.1 (C-9), 39.0 (C-10), 23.9 (C-11), 124.5 (C-12), 140.1 (C-13), 42.5 (C-14), 29.2 (C-15), 29.4 (C-16), 46.1 (C-17), 45.3 (C-18), 82.4 (C-19), 34.0 (C-20), 29.2 (C-21), 36. (C-22), 28.7 (C-23), 17.6 (C-24), 16.8 (C-25), 17.4 (C-26), 24.9 (C-27), 182.4 (C-28), 28.5 (C-29), 24.6 (C-30)。以上数据与文献(张永红等,2005)基本一致,故鉴定化合物**11**为 arjunic acid。

化合物**12** 白色针晶。ESI-MS *m/z*: 437.5 [M+Na]<sup>+</sup>, 分子式为 C<sub>29</sub>H<sub>50</sub>O<sub>6</sub>。<sup>1</sup>H NMR (600 MHz, CDCl<sub>3</sub>) δ: 5.15 (1H, s, 6-H), 6.81 (1H, d, *J* = 12.0 Hz, H-3), 0.85 (7H, d, *J* = 6.9 Hz, H-2, H-26, H-9), 0.75 (1H, d, *J* = 6.4 Hz, H-27); <sup>13</sup>C NMR (150 MHz, CDCl<sub>3</sub>) δ: 37.4 (C-1), 29.8 (C-2), 71.5 (C-3), 42.2 (C-4), 141.1 (C-5), 121.7 (C-6), 31.3 (C-7), 32.5 (C-8), 50.3 (C-9), 36.5 (C-10), 21.3 (C-11), 39.5 (C-12), 42.5 (C-13), 56.6 (C-14), 24.4 (C-15), 28.5 (C-16), 56.2 (C-17), 12.1 (C-18), 19.5 (C-19), 36.3 (C-20), 18.5 (C-21), 34.1 (C-22), 26.2 (C-23), 46.0 (C-24), 29.2 (C-25), 19.6

(C-26), 19.1 (C-27), 23.2 (C-28), 11.8 (C-29)。以上数据与文献(黄绿等, 2020)基本一致, 故鉴定化合物 **12** 为  $\beta$ -谷甾醇。

化合物 **13** 白色粉末。ESI-MS  $m/z$ : 599.7  $[M+Na]^+$ , 分子式为  $C_{35}H_{60}O_6$ 。 $^1H$  NMR (600 MHz, DMSO- $d_6$ )  $\delta$ : 5.35 (1H, br s, H-6), 4.56 (1H, d,  $J=15$  Hz, H-1');  $^{13}C$  NMR (150 MHz, DMSO- $d_6$ )  $\delta$ : 37.6 (C-1), 30.3 (C-2), 78.3 (C-3), 39.2 (C-4), 141.1 (C-5), 122.2 (C-6), 32.3 (C-7), 32.1 (C-8), 50.3 (C-9), 36.5 (C-10), 21.3 (C-11), 39.5 (C-12), 42.6 (C-13), 56.5 (C-14), 24.6 (C-17), 12.3 (C-18), 19.2 (C-19), 36.5 (C-20), 19.0 (C-21), 34.3 (C-22), 26.3 (C-23), 46.3 (C-24), 29.5 (C-25), 19.6 (C-26), 19.6 (C-27), 23.5 (C-28), 12.3 (C-29), 102.5 (C-1'), 75.3 (C-2'), 78.6 (C-3'), 71.8 (C-4'), 78.2 (C-5'), 62.5 (C-6')。以上数据与文献(詹庆丰和夏增华, 2005)基本一致, 故化合物 **13** 鉴定为  $\beta$ -胡萝卜素。

化合物 **14** 油状液体。ESI-MS  $m/z$ : 429.3  $[M-H]^-$ , 分子式为  $C_{29}H_{50}O_2$ 。 $^1H$  NMR (600 MHz,  $CDCl_3$ )  $\delta$ : 2.58 (2H, t,  $J=10.2$  Hz, H-4), 2.12 (3H, s, H-7a), 2.06 (6H, s, H-5a, H-8a), 1.73 (2H, m, H-3), 1.25 (3H, s, H-2a), 0.86 (3H, d,  $J=10.2$  Hz, H-12'a), 0.86 (3H, d,  $J=10.2$  Hz, H-13'), 0.83 (3H, d,  $J=9.6$  Hz, H-4'a), 0.82 (3H, d,  $J=9.6$  Hz, H-8'a);  $^{13}C$  NMR (150 MHz,  $CDCl_3$ )  $\delta$ : 145.6 (C-9), 144.5 (C-6), 122.5 (C-8), 121.2 (C-7), 118.5 (C-5), 117.3 (C-10), 74.5 (C-2), 39.6 (C-1'), 39.4 (C-11'), 37.5 (C-3'), 37.4 (C-5'), 37.4 (C-7'), 37.3 (C-9'), 32.6 (C-4'), 32.6 (C-8'), 31.5 (C-3), 27.9 (C-12'), 24.5 (C-10'), 24.4 (C-6'), 23.8 (C-2a), 22.5 (C-12'a), 22.6 (C-13'), 21.2 (C-2'), 20.5 (C-4), 19.7 (C-4'a), 19.6 (C-8'a), 12.3 (C-7a), 11.5 (C-8a), 11.2 (C-5a)。以上数据与文献(Kyeong et al., 2013)基本一致, 故化合物 **14** 鉴定为  $\alpha$ -tocopherol。

化合物 **15** 油状液体。ESI-MS  $m/z$ : 389.4  $[M+Na]^+$ , 分子式为  $C_{26}H_{54}O$ 。 $^1H$  NMR (600 MHz,  $CDCl_3$ )  $\delta$ : 1.25 (54H, m, H-2~25), 0.88 (6H, t,  $J=8.4$  Hz, H-1, 26);  $^{13}C$  NMR (150 MHz,  $CDCl_3$ )  $\delta$ : 14.1 (C-1, 6), 22.7 (C-2, 25), 29.5

(C-5, 22), 29.5 (C-6~C-21), 31.9 (C-3, 4)。以上数据与文献(叶凤梅等, 2015)基本一致, 故化合物 **15** 鉴定为正二十六烷。

## 2.2 单体化合物对 RAW 264.7 细胞活力影响

由图 2 可知, 与空白对照组相比, 化合物 **1-7**  $\leq 50 \mu\text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$  时, 细胞活力均大于 90%。实验结果表明当单体化合物浓度  $\leq 50 \mu\text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$  时, 对小鼠巨噬细胞 RAW 264.7 细胞无明显毒性, 因此, 我们选用药物的最高浓度为  $50 \mu\text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$  进行后续实验。

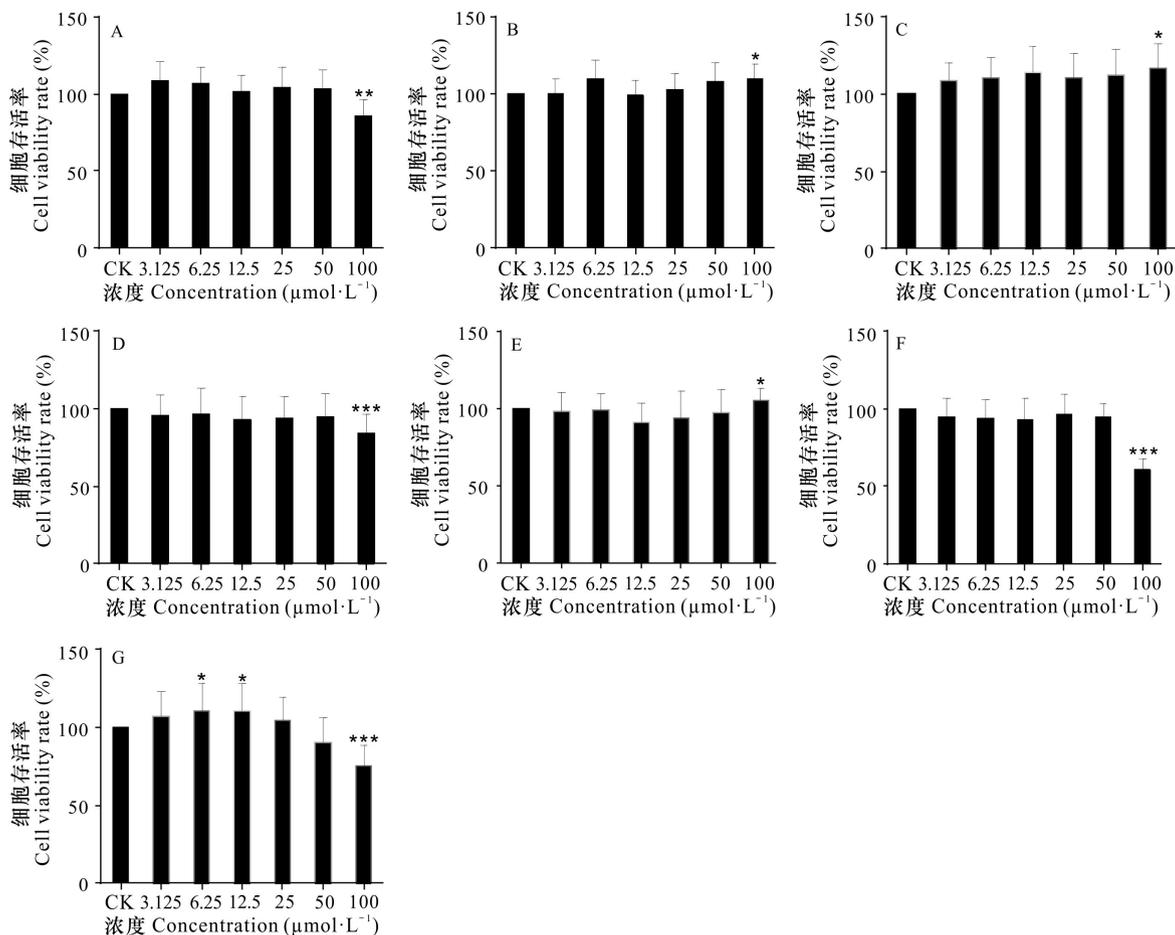
## 2.3 单体化合物对 RAW 264.7 细胞 NO 释放的影响

本实验利用 LPS 诱导的巨噬细胞构建体外炎症模型, 采用 Griess 法检测细胞上清中 NO 的释放量。实验需确保药物浓度对细胞无明显毒性情况下进行, 否则会造成假阳性的结果, 当 RAW 264.7 细胞受到 LPS 刺激后, 会出现“炎症小瀑布”, 大量释放炎症因子 NO。由图 3 可知, LPS 刺激后 NO 释放显著高于空白组 ( $P < 0.001$ ), 表明造模成功。与 LPS 组相比, 化合物 **1-7** 在浓度 3.125、6.25、12.5、25、50  $\mu\text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$  和地塞米松在浓度 0.39、1.56、6.25、25、100  $\mu\text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$  条件下均可降低 NO 释放量, 且呈剂量依赖关系。通过计算化合物 **1-7** 和地塞米松在相应浓度下的  $IC_{50}$  值可知, 其对应的  $IC_{50}$  值分别为 25.07、24.56、17.65、9.87、16.67、40.83、34.98、22.46  $\mu\text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$ , 由此可说明化合物 **3、4、5** 有较好的体外抗炎活性, 略优于地塞米松, 化合物 **1、2、6、7** 表现出一定抗炎活性。

## 3 讨论与结论

本研究从刺梨根茎部位分离鉴定 15 个化合物, 包括五环三萜类(7 个)、鞣花酸类(2 个)、甾醇类(2 个)、黄酮类(1 个)、寡糖(1 个)、多酚(1 个)和脂肪烃(1 个)。其中, 化合物 **4、6、7** 为首次从刺梨中分离得到。在刺梨根茎化学成分中, 刺梨苷和野蔷薇苷(化合物 **1、2**)的含量最高, 2 个三萜化合物在新鲜药材中含量达 0.075%。

民族药在预防和治疗炎症性疾病中发挥着重要作用, 具有多成分、多靶点、多通路的协同调控作用。民族药刺梨在贵州省资源最为丰富且在民间有着广泛应用历史。从化合物 **1、2、3** 的抗炎活



A-G 表示化合物 1-7。下同。与空白组相比, \*  $P < 0.05$ , \*\*  $P < 0.01$ , \*\*\*  $P < 0.001$ 。

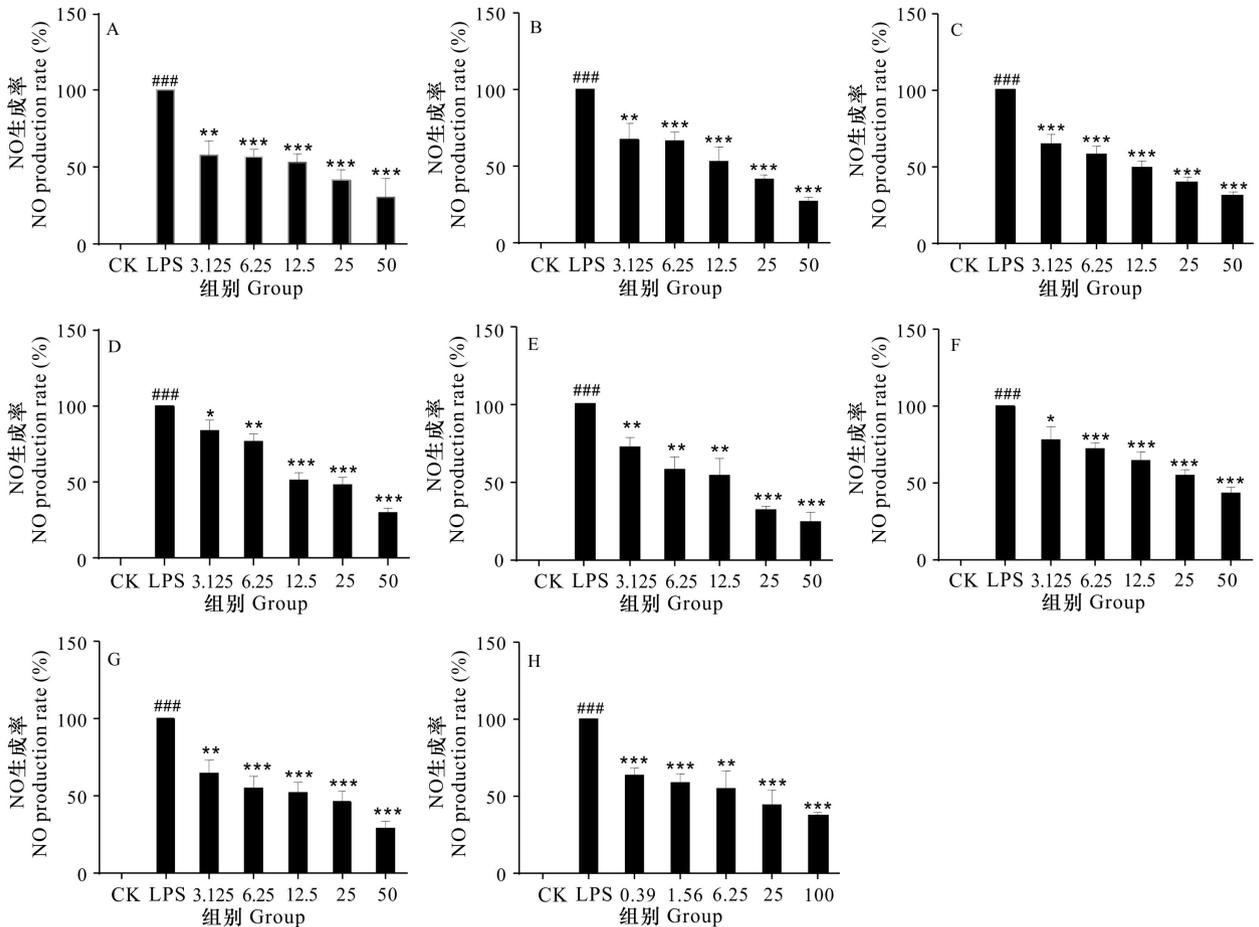
A-G indicate compounds 1-7. The same below. Compared with the blank group, \*  $P < 0.05$ , \*\*  $P < 0.01$ , \*\*\*  $P < 0.001$ .

图 2 各化合物对 RAW 264.7 细胞活力的影响  
Fig. 2 Effects of compounds on cell viabilities of RAW 264.7

性可以看出,刺梨三萜昔元抗炎活性优于三萜皂苷,进一步证实刺梨五环三萜 28 位游离羧酸活性较好,该发现与文献报道一致(薛永,2018)。化合物 1-7 对小鼠巨噬细胞 NO 释放均有比较明显的抑制作用,且呈剂量依赖关系。其中,化合物 3、4、5 有较好的体外抗炎活性,略优于地塞米松,化合物 1、2、6、7 表现出一定抗炎活性。证实了刺梨与蔷薇科属植物金樱子有相似的抗炎作用,而其机理有待于进一步深入。刺梨三萜作为刺梨根茎主要活性成分,并在增强免疫力、延缓衰老、抗动脉粥样硬化、健胃消食等方面均具有较好的活性。刺梨根茎的鞣花酸类化合物 6、7 的  $IC_{50}$  值分别为  $40.83$ 、 $34.98 \mu\text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$ ,抗炎效果相对于刺梨三萜较差,其抗炎机制可能是下调炎症相关因子的基

因表达,抑制促炎细胞因子和炎症介质的分泌,从而发挥抗炎作用。鞣花酸类化合物是一种天然的多酚类物质,能滋养肌肤(高新鹏和张立华,2020),因此该物质在化妆品的研发中值得重视。本研究显示出三萜类、鞣花酸类、黄酮类和寡糖类化合物是刺梨根茎发挥抗炎作用的主要有效成分,同时验证了刺梨根茎在贵州少数民族区域的民间抗炎功效。因此,对刺梨化学成分及其药理活性进一步研究,为刺梨开发成为抗肠道炎症及兽药奠定基础。

**致谢** 感谢中国科学院天然产物化学重点实验室核磁室提供的数据,同时感谢课题组研究助理对实验的指导,由衷感谢他们对本次实验的帮助。



H 表示地塞米松, LPS 终浓度为  $1 \mu\text{g} \cdot \text{mL}^{-1}$ 。与空白组相比,  $###P < 0.001$ ; 与模型组相比,  $*P < 0.05$ ,  $**P < 0.01$ ,  $***P < 0.001$ 。

H indicates dexamethasone, and the final concentration of LPS is  $1 \mu\text{g} \cdot \text{mL}^{-1}$ . Compared with the blank group,  $###P < 0.001$ ; Compared with the model group,  $*P < 0.05$ ,  $**P < 0.01$ ,  $***P < 0.001$ .

图 3 单体化合物对 RAW 264.7 细胞 NO 释放影响

Fig. 3 Effects of monomeric compounds on NO production in RAW 264.7 cells

## 参考文献:

- CHEN YZ, LIU AY, 2007. Treatment of 52 cases of acute bacillary dysentery with fresh *Rosa roxburghii* root decoction [J]. New Med, 5(7): 70. [陈云志, 刘安英, 2007. 鲜刺梨根煎剂治疗急性细菌性痢疾 52 例 [J]. 新医药, 5(7): 70.]
- CHEN JZ, MENG QF, CHEN JH, et al., 2001. Experimental study on the prevention and treatment of chronic gastric ulcer by decoction of root [J]. Guizhou Med, 3(7): 584-585. [陈建中, 蒙启飞, 陈建华, 等, 2001. 刺梨根煎液防治慢性胃溃疡的实验研究 [J]. 贵州医药, 3(7): 584-585.]
- CHA Q, ZHANG XY, RUAN PJ, et al., 2020. Present status and thoughts of *Rosa roxburghii* industry in Guizhou Province [J]. Mod Chin Med, 22(1): 128-133. [查钦, 张翔宇, 阮

陪均, 等, 2020. 贵州省刺梨产业现状梳理及思考 [J]. 中国现代中药, 22(1): 128-133.]

- DAI TT, LI QJ, NAN Y, et al., 2015. Chemical components of antioxidant activity parts of *Rosa roxburghii* fruit [J]. Chin J Exp Trad Med Form, 21(21): 62-65. [代甜甜, 李齐激, 南莹, 等, 2015. 刺梨抗氧化活性部位的化学成分 [J]. 中国实验方剂学杂志, 21(21): 62-65.]
- DAI ZK, YU LM, YANG XS, et al., 2011. *In vitro* anti-human endometrial adenocarcinoma effect of triterpenoid compound CL1 of *Rosa roxburghii* [J]. Lishizhen Med Mat Med Res, 22(7): 1656-1658. [戴支凯, 余丽梅, 杨小生, 等, 2011. 刺梨三萜化合物 CL1 体外抗人子宫内膜腺癌作用 [J]. 时珍国医国药, 22(7): 1656-1658.]
- FENG HQ, 1984. Annotation of difficult local herbal medicine in "Niu Jing Bei Yao Yi Fang" [J]. J Trad Chin Vet Med, 12(4): 70-74. [冯洪钱, 1984. 《牛经备要医方》疑难土

- 草药考注 [J]. 中兽医医药杂志, 12(4): 70-74.]
- GAO XP, ZHANG LH, 2020. Research progress in the preparation of ellagic acid from pomegranate peel [J]. Mod Agric Sci Technol, 5(14): 218-220. [高新鹏, 张立华, 2020. 石榴皮制取鞣花酸技术研究进展 [J]. 现代农业科技, 5(14): 218-220.]
- GUAN Y, MING SF, CHENG GH, 2007. Ellagic acid glycosides from the stem bark of *Aphananthe aspera* [J]. Chem Nat Comd, 43(5): 558-559.
- Guizhou Provincial Drug Administration, 2003. Quality Standards for Chinese Medicinal Materials and Ethnic Medicinal Materials in Guizhou Province [S]. Guiyang: Guizhou Science and Technology Press: 230. [贵州省药品监督管理局, 2003. 贵州省中药材、民族药材质量标准 [S]. 贵阳: 贵州科学技术出版社: 230.]
- HUANG L, FU XQ, ZHAO RH, et al., 2020. Study on the chemical constituents of *Amomum villosum* seed shell [J]. Yunnan J Trad Chin Med Mat Med, 41(5): 77-79. [黄绿, 付兴情, 赵荣华, 等, 2020. 阳春砂仁种壳的化学成分研究 [J]. 云南中医中药杂志, 41(5): 77-79.]
- ILL MC, MOHD A, NAGELLA P, et al., 2014. New polyglucopyranosyl and polyarabinopyranosyl of fatty acid derivatives from the fruits of *Lycium chinense* and its antioxidant activity [J]. Food Chem, 151(5): 435-443.
- KYEONG HS, DAE YL, TAE GN, et al., 2013. New tocopherol analogue with radical-scavenging activity from the peels of *Citrus unshiu* Marcovich. [J]. J Korean Soc Appl Biol, 56(6): 747-750.
- LI QJ, NAN Y, QIN JJ, et al., 2016. Chemical constituents from edible and medicinal plants of *Rosa roxburghii* [J]. J Chin J Chin Mat Med, 41(3): 451-455. [李齐激, 南莹, 秦晶晶, 等, 2016. 药食两用植物刺梨的化学成分研究 [J]. 中国中药杂志, 41(3): 451-455.]
- LI XQ, WU JL, CAO FH, et al., 2008. Chemical constituents of leaves of *Paulownia fortunei* [J]. J Chin Med Mat, 10(6): 850-852. [李晓强, 武静莲, 曹斐华, 等, 2008. 白花泡桐叶化学成分的研究 [J]. 中药材, 10(6): 850-852.]
- LIANG ML, LI Q, LONG YB, et al., 2019. Identification of chemical constituents of *Rosa roxburghii* and its antibacterial activity [J]. Guizhou Agric Sci, 47(5): 10-13. [梁梦琳, 李清, 龙勇兵, 等, 2019. 刺梨的化学成分鉴定及其抗菌活性 [J]. 贵州农业科学, 47(5): 10-13.]
- LIU XG, ZHANG WC, JIN M, et al., 2013. Isolation and identification of triterpenoids in the fruit of *Rosa laevigata* Michx. [J]. J Shenyang Pharm Univ, 30(11): 851-857. [刘学贵, 张文超, 金梅, 等, 2013. 金樱子果实中三萜类成分的分离与鉴定 [J]. 沈阳药科大学学报, 30(11): 851-857.]
- LIU XY, XU W, YANG XW, et al., 2020. Isolation and identification of the flavonoids of *Spatholobi caulis* [J]. Chin J Chin Mat Med, 45(6): 1384-1392. [刘晓艳, 徐崑, 杨秀伟, 等, 2020. 鸡血藤黄酮类化学成分分离与鉴定 [J]. 中国中药杂志, 45(6): 1384-1392.]
- LU KM, 1992. Dong nationality medicine [M]. Guiyang: Guizhou Science and Technology Press: 145-146. [陆科闵, 1992. 侗族医学 [M]. 贵阳: 贵州科技出版社: 145-146.]
- LUO MC, BAI XC, 2008. Sows taking *Rosa roxburghii* root water on behalf of sows are effective in treating white scour of piglets [J]. Guizhou Anim Hus Vet Med, 6(4): 30. [罗茂川, 白贤彩, 2008. 母猪代服刺梨根水治疗仔猪白痢效果好 [J]. 贵州畜牧兽医, 6(4): 30.]
- PAN LT, ZHAO JH, ZHANG JM, 2003. Buyi medicine [M]. Guiyang: Guizhou Nationalities Publishing House: 310. [潘炉台, 赵俊华, 张景梅, 2003. 布依族医药 [M]. 贵阳: 贵州民族出版社: 310.]
- QIU DW, DU J, 2005. Chinese materia medica (Miao Medicine Volume) [M]. Guiyang: Guizhou Science and Technology Press: 334-335. [邱德文, 杜江, 2005. 中华本草(苗药卷) [M]. 贵阳: 贵州科技出版社: 334-335.]
- SIMIN K, FRANZ JV, AUGUST WF, 2007. Phytochemical investigation of *Perovskia abrotanoides* [J]. Plant Med, 73(1): 77-83.
- SONG DW, LIU QH, 2012. The application of *Rosa roxburghii* root in veterinary clinic [J]. Guizhou Anim Hus Vet Med, 36(6): 41. [宋德万, 刘庆红, 2012. 刺梨根在兽医临床上的应用 [J]. 贵州畜牧兽医, 36(6): 41.]
- WANG L, 2019. Separation, purification, hypoglycemic effect of *Rosa roxburghii* polysaccharide and its effect on intestinal microecology [D]. Guangzhou: South China University of Technology. [汪磊, 2019. 刺梨多糖的分离纯化、降血糖作用及其对肠道微生态的影响 [D]. 广州: 华南理工大学.]
- XIAO LW, ANNE EH, AN M, et al., 2011. Structure elucidation and NMR assignments of two new triterpenoids from the stems of *Paragonia pyramidata* (Bignoniaceae) [J]. Mag Res Chem, 49(4): 184-189.
- XUE Y, 2018. The discovery and mechanism study of terpenoid on anti-inflammation *in vitro* [D]. Kunming: Kunming University of Science and Technology. [薛永, 2018. 几种植物萜类化合物体外抗炎活性筛选及机制研究 [D]. 昆明: 昆明理工大学.]
- YANG J, YANG FM, SUN QY, 2006. Study on isolation and neurotrophic activity of polysaccharides from *Rosa roxburghii* [J]. Chin Pharm J, 25(13): 980-982. [杨娟, 杨付梅, 孙黔云, 2006. 刺梨多糖的分离纯化及其神经营养活性 [J]. 中国药理学杂志, 25(13): 980-982.]
- YANG XL, LIU D, BIAN K, et al., 2013. *In vitro* anti-inflammatory activity and mechanism of total flavonoids and its components in *Glycyrrhizae Radix et Rhizoma* [J]. Chin J

- Chin Mat Med, 38(1): 99-104. [杨晓露, 刘朵, 卞卡, 等, 2013. 甘草总黄酮及其成分体外抗炎活性及机制研究 [J]. 中国中药杂志, 38(1): 99-104.]
- YANG XW, ZHAO J, 2003. Studies on the chemical constituents from *Rabdosia japonica* (Burm. f.) Hara var. *glaucoalyx* (Maxim.) Hara [J]. Nat Prod Res Dev, 15(6): 490-493. [杨秀伟, 赵静, 2003. 蓝萼香茶菜化学成分的研究 [J]. 天然产物研究与开发, 15(6): 490-493.]
- YE FM, XIE YG, ZHU Y, et al., 2015. Study on the chemical constituents of the branches and leaves of the *Illicium wardii* A.C. Smith [J]. Nat Prod Res Dev, 27(4): 604-608. [叶凤梅, 谢阳国, 朱燕, 等, 2015. 贡山八角枝叶化学成分研究 (英文) [J]. 天然产物研究与开发, 27(4): 604-608.]
- YU YS, LU YJ, AN XH, 2015. The folk experience of treating gastrointestinal diseases of the Yao nationality in Libo, Guizhou (1) [J]. J Qiannan Med Coll, 28(4): 270-272. [余跃生, 陆玉炯, 安晓好, 2015. 贵州荔波瑶族民间治疗消化道疾病经验方(一) [J]. 黔南民族医学学报, 28(4): 270-272.]
- YUAN CM, HUANG LH, SUH JH, et al., 2019. Bioactivity-guided isolation and identification of antiadipogenic compounds in Shiya tea (leaves of *Adinandra nitida*) [J]. J Agric Food Chem, 67(24): 155-162.
- ZHANG XL, 2005. Study on the flavonoids of *Rosa roxburghii* and its biological activity [D]. Shanghai: East China Normal University. [张晓玲, 2005. 刺梨黄酮及其生物学活性研究 [D]. 上海: 华东师范大学.]
- ZHANG JS, ZHANG ST, HUANG HX, et al., 2007. Analysis of polybasic acid and higher fatty acid in *Rosa roxburghii* fruit [J]. Food Drugs, 25(6): 25-27. [张峻松, 张世涛, 黄鸿勋, 等, 2007. 刺梨果中多元酸和高级脂肪酸的分析研究 [J]. 食品与药品, 25(6): 25-27.]
- ZHANG XL, QU WJ, SUN B, et al., 2005. The antioxidative activity of flavonoids from *Rosa roxburghii* Tratt [J]. Nat Prod Res Dev, 16(4): 396-400. [张晓玲, 瞿伟菁, 孙斌, 等, 2005. 刺梨黄酮的体外抗氧化作用 [J]. 天然产物研究与开发, 16(4): 396-400.]
- ZHANG YH, ZHANG JG, XIE JM, et al., 2005. Triterpenoids from roots of *Rhaponticum uniflorum* [J]. Chin J Chin Mat Med, 28(23): 1833-1836. [张永红, 张建钢, 谢捷明, 等, 2005. 祁州漏芦根中的三萜成分 [J]. 中国中药杂志, 28(23): 1833-1836.]
- ZHAN QF, XIA ZH, 2005. Study on the chemical constituents of *Trifolium repens* L. [J]. Chin J Chin Mat Med, 35(4): 72-73. [詹庆丰, 夏增华, 2005. 白车轴草化学成分研究 [J]. 中国中药杂志, 35(4): 72-73.]
- ZHAO JH, PAN LT, ZHANG JM, 2003. Gelao nationality medicine [M]. Guiyang: Guizhou Nationalities Publishing House: 179. [赵俊华, 潘炉台, 张景梅, 2003. 仡佬族医药 [M]. 贵阳: 贵州民族出版社: 179.]
- ZHENG ZQ, ZHANG CQ, YU YS, 2016. The folk experience of treating gastrointestinal diseases of the Yao nationality in Libo, Guizhou (2) [J]. J Qiannan Med Coll, 29(1): 53-54. [郑志强, 张朝卿, 余跃生, 2016. 贵州荔波瑶族民间治疗消化道疾病经验方(二) [J]. 黔南民族医学学报, 29(1): 53-54.]
- ZHOU H, YANG WX, WANG HD, et al., 2020. Crosstalk between autophagy and apoptosis induced by Rip2 and its mechanisms in human pancreatic cancer cells [J]. Chin J Pathophysiol, 36(7): 1199-1206. [周晗, 杨文欣, 王华东, 等, 2020. Rip2 诱导人胰腺癌细胞自噬和凋亡的交互作用及机制研究 [J]. 中国病理生理杂志, 36(7): 1199-1206.]
- ZHU GH, 2006. Tujia nationality medicine [M]. Beijing: Chinese Medicine Ancient Books Publishing House: 357. [朱国豪, 2006. 土家族医药 [M]. 北京: 中医古籍出版社: 357.]

(责任编辑 周翠鸣)