

## · 基础研究 ·

节节红化学成分研究<sup>△</sup>李秋萍<sup>1</sup>, 姚彩云<sup>2</sup>, 吴玲玲<sup>2</sup>, 闫炳雄<sup>2</sup>, 宋志军<sup>2</sup>, 缪剑华<sup>1,2\*</sup>, 李力<sup>1,2\*</sup>

1. 广西医科大学药学院, 广西 南宁 530021;

2. 广西壮族自治区药用植物园 西南濒危药材资源开发国家工程实验室, 广西 南宁 530023

**[摘要]** 目的: 探究艾纳香属植物节节红的化学成分。方法: 采用硅胶、凝胶 Sephadex LH-20 及 ODS 反相等柱色谱方法对节节红茎叶的乙酸乙酯萃提物进行分离纯化, 通过谱学分析(质谱、核磁共振等)技术对所得化合物进行结构鉴定。结果: 从节节红 80% 乙醇-水提取物的乙酸乙酯部位分离得到 9 个化合物, 分别鉴定为: 芹菜素-7-*O*- $\beta$ -D-吡喃葡萄糖苷(1)、芹菜素(2)、咖啡酸乙酯(3)、木犀草素(4)、 $\alpha$ -羟基苯丙酸(5)、小麦黄素(6)、金圣草黄素(7)、羽扇豆醇(8)和 32, 33, 34-三甲基-细菌霍烷-16-烯-3-*O*- $\beta$ -D-吡喃葡萄糖苷(9)。结论: 首次对节节红的化学成分进行分离鉴定并通过文献调研这些化合物的活性作用机制, 以期探寻节节红的活性化学物质基础。

**[关键词]** 节节红; 艾纳香属; 化学成分

**[中图分类号]** R284.1 **[文献标识码]** A **[文章编号]** 1673-4890(2019)05-0572-05

**doi:**10.13313/j.issn.1673-4890.20190114002

**Study on Chemical Constituents of *Blumea fistulosa* (Roxb.) Kurz**LI Qiu-ping<sup>1</sup>, YAO Cai-yun<sup>2</sup>, WU Ling-ling<sup>2</sup>, YAN Bing-xiong<sup>2</sup>, SONG Zhi-jun<sup>2</sup>, MIAO Jian-hua<sup>1,2\*</sup>, LI Li<sup>1,2\*</sup>

1. Guangxi Medical University, Nanning 530021, China;

2. The National Engineering Laboratory of Southwest Endangered Medicinal Resources Development of Guangxi Medicinal Plant, Nanning 530023, China

**[Abstract]** **Objective:** To explore the chemical constituents of *Blumea fistulosa* (Roxb.) Kurz. **Methods:** The compounds were isolated and purified by column chromatography by repeated silica gel, sephadex LH-20 gel or ODS etc. from EtO-Ac extraction of the *B. fistulosa*. The structures of the isolated compounds were elucidated on the basis of spectroscopic analysis (MS, NMR). **Results:** 9 compounds were isolated, which were identified as: apigenin-7-*O*- $\beta$ -D-glucopyranoside (1), apigenin (2), ethyl caffeate (3), luteolin (4), 3-phenyllactic acid (5), tricrin (6), chrysoeriol (7), lupeol (8) and 32, 33, 34-trimethyl-bacteriophan-16-ene-3-*O*- $\beta$ -D-glucopyranoside (9). **Conclusion:** The chemical constituents of *B. fistulosa* were isolated and identified for the first time, and the active mechanism of these compounds was postulated through literature investigation. The study lays a foundation for further study of active substances of *B. fistulosa*.

**[Keywords]** *Blumea fistulosa* (Roxb.) Kurz; genus of *Blumea*; chemical component

菊科艾纳香属 *Blumea* DC. 植物约有 80 多个物种, 主要分布于热带、亚热带地区。中国有 30 余种, 分布于长江流域以南各省<sup>[1]</sup>。艾纳香属植物能祛风除湿、清热解毒和利水消肿等, 在民间被广泛应用。目前从艾纳香属植物中分离得到的化合物主

要为黄酮、苯丙素、萜和挥发油等成分。现代药理研究表明, 艾纳香属植物具有抗菌、抗氧化、肝脏保护和抗肿瘤等多种生物活性<sup>[2-3]</sup>。节节红 *Blumea fistulosa* (Roxb.) Kurz 为菊科艾纳香属草本植物, 别名聚花香艾纳, 主要分布于云南、贵州、广西和广

<sup>△</sup> **[基金项目]** 国家自然科学基金(2015NSFC81460534); 广西自然科学基金青年基金项目(2015GXNSFBA139118); 广西自然科学基金重点项目(2013GXNSFDA019022); 药学研究生创新创业暨联合培养基地项目(20170703)

\* **[通信作者]** 缪剑华, 研究员, 研究方向: 药用资源学; Tel: (0771)5611352, E-mail: mjh1962@vip.163.com  
李力, 研究员, 研究方向: 中药资源学; Tel: (0771)5611349, E-mail: liboshi1963@vip.163.com

东,生于山坡林缘、空旷草地或溪边,为广西民间广泛应用的草药,见于《海南植物志》和《广西植物名录》,全草做强壮剂<sup>[4]</sup>。文献研究表明,前人主要对艾纳香属植物如艾纳香、山风等的化学成分和药理活性进行研究<sup>[3,5]</sup>,而对广西民间药用植物节节红的化学成分无文献报道。本研究首次对节节红的化学成分进行分离鉴定,以期探究其活性化学物质基础。

## 1 材料

### 1.1 植物来源

节节红茎叶,采自贵州省望谟县,由贵州望谟县林业局黄江华工程师鉴定为节节红 *B. fistulosa* (Roxb.) Kurz,标本存放在广西壮族自治区药用植物园标本馆(No. 0115698)。

### 1.2 仪器及试剂

瓦里安核磁共振仪(Varian-600 MHz NMR Spectrometer)。Pharmacia公司生产的Sephadex LH-20凝胶;薄层层析板GF254(50 mm × 50 mm, 0.20 ~ 0.25 mm,青岛海洋化工厂分厂),色谱硅胶(100 ~ 200、200 ~ 300目,青岛海洋化工有限公司),实验中所用到的有机试剂均为分析纯。

## 2 提取与分离

粉碎后的节节红茎叶6.14 kg,用80%乙醇-水提取3次,每次30 L,合并提取液,浓缩。浓缩液经石油醚除脂后以乙酸乙酯(YY)萃取,得到YY部位的流浸膏,取少量流浸膏干燥至恒重后,经折算得YY部位干质量58.4 g。YY部位上MCI柱,以5%~100%甲醇水梯度洗脱,除去叶绿素。TLC检测合并得到Fr-A、B、C、D、E、F、G、H部位。Fr-A经凝胶柱分离纯化,三氯甲烷-甲醇(1:1)洗脱,得到化合物1(30.0 mg)和2(50.0 mg)。化合物1母液经硅胶柱[石油醚-丙酮(7:1→1:1)]梯度洗脱得到化合物3(10.2 mg)。Fr-A-26经硅胶柱[石油醚-丙酮(3:1→1:1)]梯度洗脱得到化合物4(75.3 mg)。Fr-B经凝胶[三氯甲烷-甲醇(1:1)]和硅胶柱[石油醚-丙酮(10:1→1:1)]梯度洗脱得到化合物5(5.0 mg)。Fr-C经硅胶柱[三氯甲烷-甲醇(100:1→0:1)]梯度洗脱和凝胶柱[三氯甲烷-甲醇(1:1)]分离纯化,得到化合物6(15.1 mg)和7(25.5 mg)。Fr-H经凝胶[三氯甲烷-甲醇(1:1)]

和反相柱[甲醇-水(60:40→100:0)]梯度洗脱分离纯化,得到化合物8(10.4 mg)和9(854.5 mg)。

## 3 结果与讨论

化合物1:为淡黄色粉末,ESI-MS准分子离子峰: $m/z$  431 [M-H]<sup>-</sup>提示其分子式为C<sub>21</sub>H<sub>20</sub>O<sub>10</sub>。<sup>1</sup>H-NMR(600 MHz, DMSO-*d*<sub>6</sub>) δ: 7.93(2H, d,  $J$  = 8.4 Hz, H-2', 6'), 6.91(2H, d,  $J$  = 9.0 Hz, H-3', 5'), 6.85(1H, s, H-3), 6.81(1H, s, H-8), 6.42(1H, s, H-6), 5.43(1H, brs, OH), 5.15(1H, brs, OH), 5.09(1H, d,  $J$  = 7.2 Hz, H-1''), 5.03(1H, d,  $J$  = 7.8 Hz, H-1'), 4.63(1H, brs, OH), 3.27-3.63(6H, m, H-2'', 6'')。以上氢谱数据基本与文献报道一致<sup>[6-7]</sup>,故鉴定化合物1为芹菜素-7-*O*-β-*D*-吡喃葡萄糖苷(Apigenin-7-*O*-β-*D*-glucopyranoside)。

化合物2:为白色粉末,通过ESI-MS准分子离子峰: $m/z$  269 [M-H]<sup>-</sup>,推测其分子量为270。<sup>1</sup>H-NMR(600 MHz, DMSO-*d*<sub>6</sub>) δ: 7.90(2H, d,  $J$  = 9.0 Hz, H-2', 6'), 6.89(2H, d,  $J$  = 9.0 Hz, H-3', 5'), 6.76(1H, s, H-3), 6.46(1H, d,  $J$  = 1.8 Hz, H-6), 6.16(1H, d,  $J$  = 2.4 Hz, H-8)。以上数据基本与文献报道一致<sup>[6]</sup>,鉴定化合物2为芹菜素(Apigenin)。

化合物3:为白色粉末,通过ESI-MS准分子离子峰: $m/z$  207 [M-H]<sup>-</sup>,提示其分子式为C<sub>21</sub>H<sub>20</sub>O<sub>10</sub>。<sup>1</sup>H-NMR(600 MHz, DMSO-*d*<sub>6</sub>) δ: 7.42(1H, d,  $J$  = 15.6 Hz, H-7), 7.01(1H, s, H-6), 6.96(1H, dd,  $J$  = 1.8, 8.4 Hz, H-2), 6.73(1H, d,  $J$  = 8.4 Hz, H-3), 6.23(1H, d,  $J$  = 16.2 Hz, H-8), 4.11(1H, dd,  $J$  = 7.2, 13.8 Hz, H-1'), 1.20(3H, t,  $J$  = 7.2, 14.4 Hz, H-2');<sup>13</sup>C-NMR(150 MHz, DMSO-*d*<sub>6</sub>) δ: 167.1(C-9), 148.8(C-4), 145.9(C-3), 145.6(C-7), 125.9(C-1), 122.0(C-5), 116.1(C-2), 114.5(C-6), 114.4(C-8), 60.2(C-1'), 14.8(C-2')。以上数据基本与文献报道一致<sup>[8-9]</sup>,鉴定化合物3为咖啡酸乙酯(Ethyl caffeate)。

化合物4:为淡黄色粉末,通过ESI-MS准分子离子峰: $m/z$  285 [M-H]<sup>-</sup>,提示其分子式为C<sub>15</sub>H<sub>10</sub>O<sub>6</sub>。<sup>1</sup>H-NMR(600 MHz, DMSO-*d*<sub>6</sub>) δ: 7.39(1H, dd,  $J$  = 1.8, 8.4 Hz, H-6'), 7.36(1H, d,  $J$  = 1.8 Hz, H-2'), 6.86(1H, d,  $J$  = 8.4 Hz, H-5'), 6.65

(1H, s, H-3), 6.42(1H, d,  $J = 1.8$  Hz, H-6), 6.16(1H, d,  $J = 1.8$  Hz, H-8);  $^{13}\text{C-NMR}$ (150 MHz, DMSO- $d_6$ )  $\delta$ : 182.1 (C-4), 164.5 (C-7), 164.3 (C-2), 161.8 (C-5), 157.7 (C-9), 150.1 (C-4'), 146.1 (C-3'), 121.8 (C-1'), 119.4 (C-6'), 116.4 (C-5'), 113.7 (C-2'), 104.1 (C-10), 103.2 (C-3), 99.3 (C-6), 94.3 (C-8)。以上数据基本与文献<sup>[10-11]</sup>报道一致, 故化合物**4**为木犀草素(Luteolin)。

化合物**5**: 为白色立方晶体, 通过 ESI-MS 准分子离子峰:  $m/z$  164  $[\text{M-H}]^-$ , 提示其分子式为  $\text{C}_9\text{H}_{10}\text{O}_3$ 。 $^1\text{H-NMR}$ (600 MHz, DMSO- $d_6$ )  $\delta$ : 7.15 ~ 7.24 (5H, m, H-1, H-2, H-3, H-4, H-5), 4.10 (1H, m, H-8), 2.93 (1H, dd,  $J = 13.2, 4.2$  Hz, H-7), 2.75 (1H, m, H-7);  $^{13}\text{C-NMR}$ (150 MHz, DMSO- $d_6$ )  $\delta$ : 139.5 (C-1), 128.4 (C-2, 6), 129.8 (C-3, 5), 126.5 (C-4), 71.5 (C-8), 40.4 (C-7), 175.6 (C-9)。核磁共振 $^1\text{H}$ 及 $^{13}\text{C}$ 谱图在 $\delta_{\text{H}}$  7.15 ~ 7.24 (5H, m, H-1, H-2, H-3, H-4, H-5)及 $\delta_{\text{C}}$  139.5 (C-1), 128.4 (C-2, 6), 129.8 (C-3, 5), 126.5 (C-4)的信号提示该化合物存在一个单取代苯环; 扣除上述6个芳碳信号, 尚有 $\delta_{\text{C}}$  71.5 (C-8), 40.4 (C-7)和175.6 (C-9)碳信号, 提示存在一个羟丙酸片段, 查阅文献, 发现应为 $\alpha$ -羟基苯丙酸<sup>[12]</sup>。

化合物**6**: 为黄色粉末, 通过 ESI-MS 准分子离子峰:  $m/z$  328  $[\text{M-H}]^-$ 和331  $[\text{M} + \text{H}]^+$ 提示其分子式为  $\text{C}_{17}\text{H}_{14}\text{O}_7$ 。 $^1\text{H-NMR}$ (600 MHz, DMSO- $d_6$ )  $\delta$ : 7.29 (2H, s, H-2', 6'), 6.96 (1H, s, H-3), 6.53 (1H, d,  $J = 2.4$  Hz, H-6), 6.17 (1H, d,  $J = 1.8$  Hz, H-8), 3.85 (6H, s,  $\text{OCH}_3$ );  $^{13}\text{C-NMR}$ (150 MHz, DMSO- $d_6$ )  $\delta$ : 182.2 (C-4), 164.5 (C-7), 164.1 (C-2), 161.7 (C-5), 157.7 (C-9), 148.6 (C-3', 5'), 140.2 (C-4'), 120.8 (C-1'), 104.6 (C-2', 6'), 104.1 (C-10), 104.0 (C-3), 99.3 (C-6), 94.7 (C-8), 56.8 ( $\text{OCH}_3$ )。以上数据基本与文献报道一致<sup>[13]</sup>, 故鉴定化合物**6**为小麦黄素(Tricin)。

化合物**7**: 为黄色粉末, ESI-MS 给出准分子离子峰在 $m/z$  301  $[\text{M} + \text{H}]^+$ 和299  $[\text{M-H}]^-$ , 说明其分子量为300, 提示其分子式为  $\text{C}_{16}\text{H}_{12}\text{O}_6$ 。 $^1\text{H-NMR}$ (600 MHz, DMSO- $d_6$ )  $\delta$ : 12.94 (1H, s, 5-OH), 10.87 (1H, s, 7-OH), 10.00 (1H, s, 4'-OH), 7.54 (1H, brs, H-6'), 7.53 (1H, s, H-2'), 6.90 (1H, d,  $J = 7.8$  Hz, H-5'), 6.88 (1H, s, H-3),

6.49 (1H, d,  $J = 1.8$  Hz, H-8), 6.17 (1H, d,  $J = 1.8$  Hz, H-6), 3.86 (3H, s,  $\text{OCH}_3$ );  $^{13}\text{C-NMR}$ (150 MHz, DMSO- $d_6$ )  $\delta$ : 182.2 (C-4), 164.5 (C-7), 164.1 (C-2), 161.8 (C-5), 157.8 (C-9), 151.1 (C-4'), 148.4 (C-3'), 121.9 (C-1'), 120.8 (C-6'), 116.2 (C-5'), 110.4 (C-2'), 104.1 (C-10), 103.6 (C-3), 99.3 (C-6), 94.5 (C-8), 56.3 (MeO)。以上数据基本与文献报道一致<sup>[14]</sup>, 故化合物**7**为金圣草黄素(Chrysoeriol)。

化合物**8**: 为白色粉末, 结合 $^1\text{H-NMR}$ 和 $^{13}\text{C-NMR}$ 数据推测分子式为  $\text{C}_{30}\text{H}_{50}\text{O}$ 。 $^1\text{H-NMR}$ (600 MHz,  $\text{CDCl}_3$ )  $\delta$ : 3.17 (1H, dd, H-3), 2.36 (1H, m, H-18), 2.27 (1H, m, H-7), 1.66 (3H, m, H-30), 1.65 (1H, m, H-1), 1.50 ~ 1.70 (2H, m, H-2), 1.50 (1H, m, H-6), 1.36 (1H, m, H-6), 1.36 (1H, m, H-7), 1.38 (1H, m, H-11), 1.25 (1H, s, H-9), 1.23 (1H, m, H-11), 1.65 (1H, s, H-12), 1.01 (1H, s, H-12), 1.64 (1H, s, H-13), 0.96 (1H, m, H-15), 1.10 (1H, m, H-15), 1.47 (1H, m, H-16), 1.38 (1H, m, H-22), 1.36 (1H, m, H-16), 1.35 (1H, m, H-19), 1.24 (1H, s, H-21), 1.18 (1H, m, H-22), 1.02 (3H, s, H-26), 0.95 (3H, s, H-23), 0.93 (3H, s, H-27), 0.89 (1H, m, H-1), 0.81 (3H, s, H-25), 0.77 (3H, s, H-28), 0.74 (3H, s, H-24), 0.66 (1H, d,  $J = 9.0$  Hz, H-5);  $^{13}\text{C-NMR}$ (150 MHz,  $\text{CDCl}_3$ )  $\delta$ : 151.0 (C-20), 109.3 (C-30), 79.0 (C-3), 55.2 (C-5), 50.4 (C-9), 48.3 (C-19), 48.0 (C-18), 43.0 (C-17), 42.8 (C-14), 40.8 (C-8), 40.0 (C-22), 38.8 (C-4), 38.7 (C-1), 38.0 (C-13), 37.1 (C-10), 35.6 (C-16), 34.2 (C-7), 29.8 (C-21), 28.0 (C-23), 27.4 (C-2), 27.4 (C-15), 25.1 (C-12), 20.9 (C-11), 19.4 (C-29), 18.3 (C-6), 18.0 (C-28), 16.0 (C-25), 16.1 (C-26), 15.4 (C-24), 14.5 (C-27)。以上数据基本与文献报道一致<sup>[15]</sup>, 故鉴定化合物**8**为羽扇豆醇(Lupeol)。

化合物**9**: 为白色粉末, 结合 $^1\text{H-NMR}$ 和 $^{13}\text{C-NMR}$ 数据推测分子式为  $\text{C}_{44}\text{H}_{76}\text{O}_6$ 。 $^1\text{H-NMR}$ (600 MHz, DMSO- $d_6$ )  $\delta$ : 0.94 ~ 0.97 ((1H, m, H-1), 1.91 ~ 1.93 (1H, m, H-2), 3.44 (1H, m, H-3), 0.78 ~ 0.81 (1H, m, H-5), 0.97 ~ 0.99 (1H, m, H-6), 1.46 ~ 1.51 (1H, m, H-7), 0.97 ~ 0.99 (1H, m, H-9), 0.88 ~ 0.91 (1H, m, H-10), 0.88 ~ 0.91

(1H, m, H-11), 0.92 ~ 0.94 (1H, m, H-12), 0.88 ~ 0.91 (1H, m, H-15), 5.00 (1H, dd,  $J = 9.0$  Hz, H-16), 0.56 ~ 0.59 (1H, m, H-19), 0.56 ~ 0.59 (1H, m, H-20), 1.01 (1H, m, H-21), 1.96 ~ 1.98 (1H, m, H-22), 0.96 (1H, overlap, H-23), 0.95 (1H, overlap, H-24), 0.88 (1H, overlap, H-25), 0.90 (1H, overlap, H-26), 0.91 (1H, overlap, H-27), 0.85 (1H, overlap, H-28), 1.18 (1H, overlap, H-29), 1.96 ~ 1.98 (1H, m, H-30), 1.90 ~ 1.94 (1H, m, H-31), 1.90 ~ 1.94 (1H, m, H-32), 0.77 (1H, m, H-32a), 2.08 ~ 2.10 (1H, m, H-33), 0.73 (1H, overlap, H-33a), 2.48 ~ 2.50 (1H, m, H-34), 0.67 (1H, overlap, H-34a), 0.65 (1H, overlap, H-35), 5.13 (1H, d,  $J = 8.4$  Hz, H-1'), 3.09 ~ 3.15 (1H, m, H-2'), 3.62 ~ 3.66 (1H, m, H-3'), 4.20 ~ 4.24 (1H, m, H-4'), 3.04 ~ 3.09 (1H, m, H-5'), 4.44 ~ 4.48 (1H, m, H-6');  $^{13}\text{C-NMR}$  (150 MHz, DMSO- $d_6$ )  $\delta$ : 140.8 (C-17), 121.7 (16), 101.2 (C-1'), 77.3 (C-3), 73.9 (C-5'), 77.2 (C-3'), 77.2 (C-2'), 70.5 (C-4'), 61.5 (C-6'), 56.6 (C-21), 55.9 (C-5), 51.0 (C-9), 50.0 (C-13), 45.6 (C-4), 42.3 (C-14), 42.2 (C-18), 40.4 (C-10), 38.7 (C-19), 37.3 (C-1), 36.7 (C-8), 31.9 (C-2), 31.8 (C-15), 29.7 (C-7), 21.6 (C-11), 24.3 (C-12), 29.1 (C-20), 35.9 (C-22), 28.3 (C-23), 25.8 (C-34), 20.2 (C-26), 25.3 (C-30), 23.0 (C-31), 23.0 (C-32), 21.4 (C-33), 21.0 (C-29), 19.4 (C-24), 19.5 (C-25), 19.5 (C-27), 19.3 (C-6), 19.1 (C-28), 12.1 (C-35), 12.6 (32-CH<sub>3</sub>), 12.3 (33-CH<sub>3</sub>), 12.2 (34-CH<sub>3</sub>)。以上数据基本与文献报道一致<sup>[16]</sup>, 鉴定化合物 **9** 为 32, 33, 34-三甲基-细菌霍烷-16-烯 3-*O*- $\beta$ -D-吡喃葡萄糖苷。

#### 4 结论

本研究从节节红中共分离得到了 9 个化合物, 其中 7 个酚酸性化合物、2 个萜类化合物。其中, 芹菜素具有抗炎、抗氧化、舒张血管等活性。芹菜素不溶于水, 但是可以通过疏水作用力与黄嘌呤氧化酶形成基态复合物, 并引起黄嘌呤氧化酶二级结构发生改变, 从而抑制黄嘌呤氧化酶活性<sup>[17]</sup>; 芹菜素可能通过下调 Bcl-2 并同时上调 Bax 表达, 从而导

致 Bcl-2/Bax 比值下降、PARP 活化等, 抑制人膀胱癌 5637 细胞的增殖, 诱导细胞凋亡<sup>[18]</sup>。咖啡酸乙酯具有一定的抗炎活性, 邱文慧等<sup>[19]</sup>从穗花蛇菰中分离得到的咖啡酸乙酯, 药理活性研究显示其具有温和的抗炎活性, IC<sub>50</sub> 值为 7.29  $\mu\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$ 。咖啡酸能有效抑制 HPV-6、HPV-16 及 HPV-18 3 株不同亚型的 HPV(人乳头瘤病毒)感染, 对病毒进入靶细胞的早期阶段具有一定抑制作用<sup>[20]</sup>。木犀草素广泛分布于自然植物中, 研究显示木犀草素能抑制乳腺癌细胞增殖、转移并且可以诱导乳腺癌细胞凋亡<sup>[21]</sup>。3-苯基乳酸是由乳酸细菌等微生物合成的一种天然抗菌物质。龚春燕等<sup>[22]</sup>从多粘类芽孢杆菌的发酵液中分离得到 3-苯基乳酸, 对青枯劳尔氏菌的最小抑菌浓度(MIC)为 2  $\text{mg}\cdot\text{mL}^{-1}$ 。小麦黄素具有抑制 HCMV(人类巨细胞病毒)复制的作用。CCL5 是参与 HCMV 复制的趋化因子之一, 小麦黄素可以使 CCL5 蛋白表达水平降低从而显示抗 HCMV 活性。由此确定趋化因子 CCL5 可能是小麦黄素的靶点之一<sup>[23]</sup>。金圣草黄素不仅具有抗菌活性, 还是一种选择性的 PI3K-AKT-mTOR 通路抑制剂, 它通过抑制 PI3K-AKT-mTOR 信号通路而表现出细胞周期调控作用, 抑制人多发性骨髓瘤细胞的增殖<sup>[24]</sup>。Wang 等<sup>[25]</sup>的研究表明, 羽扇豆醇可以通过抑制 COX-2、MMP-2、MMP-9 蛋白的表达来抑制人乳腺癌 MDA-MB-231 细胞的迁移和侵袭。节节红化合物的分离鉴定基本阐释了节节红的活性物质基础, 从这些成分药理作用的文献调研说明节节红作为广西民间用药, 具有进一步研究和开发的价值。

#### 参考文献

- [1] 中科院中国植物志编辑委员会. 中国植物志[M]. 北京: 科学出版社, 1979:7.
- [2] 陈铭, 金慧子, 严岚, 等. 艾纳香黄酮类化学成分的研究[J]. 天然产物研究与开发, 2010, 22(6): 991-994.
- [3] 韦金桃, 陈艺波, 许婉婷, 等. 芹菜素抗小鼠心肌缺氧作用的实验研究[J]. 西北民族大学学报(自然科学版), 2017, 38(1): 21-23.
- [4] 广西壮族自治区药物研究所. 广西药用植物名录[M]. 北京: 科学出版社, 2010: 621
- [5] 蓝鸣生, 罗超, 谭昌恒. 等. 山风乙酸乙酯部位的化学成分研究[J]. 中药材, 2012, 35(2): 229-231.
- [6] 赵伟, 耿岩玲, 崔莉, 等. 牡丹花黄酮类化学成分研究[J]. 中国现代中药, 2016, 18(3): 303-306.
- [7] 戴晓庆, 豪汪, 叶文才, 等. 维药香青兰叶的化学成分研

- 究[J]. 药学与临床研究, 2018, 18(3): 267-268.
- [8] 曹莉, 黄多临, 陈华. 大叶紫珠的化学成分研究[J]. 中国现代中药, 2014, 16(9): 733-734.
- [9] 海姜, 满文静, 柳杨, 等. 苍耳子中咖啡酰奎宁酸类化学成分的研究[J]. 长春中医药大学学报, 2019, 35(1): 104-107.
- [10] CHEN F Z, XIANG Q X, LI S H. Chemical constituents in the leaves of *Alsophila spinulosa* [J]. Acta Bot Borea Occident Sin, 2008, 28(6): 1246-1249.
- [11] 马子玉, 卢青秀, 年贺凤, 等. 多花山竹子果实化学成分研究[J]. 中草药, 2019, 50(1): 17-21.
- [12] 董岩, 南叶飞, 蔡雪刁, 等.  $\beta$ -(3,4-二羟基苯基)- $\alpha$ -羟基丙酸异丙酯/冰片酯合成研究[J]. 有机化学, 2009, 29(9): 1466-1469.
- [13] LI H, ZHOU C, PAN Y, et al. Evaluation of Antiviral Activity of Compounds Isolated from *Ranunculus sieboldii* and *Ranunculus sceleratus* [J]. Planta Med, 2005, 71(12): 1128-1133.
- [14] KIMA Y H. Chrysoeriol isolated from the leaves of *Eurya ciliata* stimulate-proliferation and differentiation of osteoblastic MC3T3-E1 cells[J]. J Asian Nat Prod Res, 2009, 11(9): 817-823.
- [15] 林云良, 邱明华, 李忠荣, 等. 黄杨中的非生物碱化学成分[J]. 云南植物研究, 2006, 28(4): 429-432.
- [16] SEMWAL R B, SEMWAL D K, SEMWAL R, et al. Chemical constituents from the stem bark of *Symplocos paniculata* Thunb. with antimicrobial, analgesic and anti-inflammatory activities[J]. J Ethnopharmacol, 2011, 135(1): 78-87.
- [17] 叶素梅. 芹菜素对黄嘌呤氧化酶活性的抑制机理研究[J]. 食品研究与开发, 2018, 39(21): 67-71.
- [18] 谢杨春, 邓永诚, 田黎. 芹菜素诱导膀胱癌 5637 细胞凋亡的机制研究[J]. 中国民族民间医药, 2016, 25(13): 25-28.
- [19] 邱文慧, 沈建昌, 林丽纯. 穗花蛇菰的抗发炎成分研究[J]. 药物食品分析, 2011, 19(4): 122-128.
- [20] 丁永楨, 温嘉泳, 赖宝龙, 等. 咖啡酸抗人乳头瘤病毒感染研究[J]. 病毒学报, 2018, 34(3): 287-295.
- [21] 彭钰芳, 邹文韬, 许传莲. 抗白菊中黄酮类化合物及其抑制人源肿瘤细胞增殖活性的研究[J]. 中国药学杂志, 2010, 45(19): 1454-1459.
- [22] 龚春燕, 张道敬, 魏鸿刚, 等. 多粘类芽孢杆菌 HY96-2 发酵液化学成分研究[J]. 天然产物研究与开发, 2009, 21(3): 379-381, 387.
- [23] ITHO A, SADANARI H, TAKEMOTO M, et al. Tricin inhibits CCL5 induction required for the efficient growth of human cytomegalovirus[J]. Microbiol Immunol, 2018, 62(5): 341-347.
- [24] YANG Y, ZHOU X, XIAO M, et al. Discovery of chrysoeriol, a PI3K-AKT-mTOR pathway inhibitor with potent antitumor activity against human multiple myeloma cells in vitro[J]. J Huazhong Univ Sci Technolog Med Sci, 2010, 30(6): 734-740.
- [25] WANG M, CUI H X, SUN C, et al. Effect of lupeol on migration and invasion of human breast cancer MDA-MB-231 cells and its mechanism[J]. Acta Pharm Sin, 2016, 51(4): 558.

(收稿日期: 2019-01-14 编辑: 王丽英)