

## 高良姜的化学成分及细胞毒活性研究

魏晴<sup>1</sup>, 魏娜<sup>2\*</sup> (1. 贵州中医药大学, 贵州贵阳 550025; 2. 海南医学院, 海南海口 571199)

**摘要** [目的] 对高良姜(*Alpinia officinarum* Hance) 正丁醇部位的化学成分进行分离纯化, 并测定化合物的细胞毒活性。[方法] 采用硅胶柱色谱、ODS 柱色谱、制备和半制备型 HPLC 法及重结晶等技术手段对高良姜正丁醇萃取部位进行分离纯化, 利用<sup>1</sup>H-NMR、<sup>13</sup>C-NMR、MS 等现代波谱技术, 结合参考文献进行结构鉴定。通过 MTT 法测试分离得到化合物对肝癌细胞、胃癌细胞(3 株) 和乳腺癌细胞的细胞毒活性。[结果] 从高良姜的正丁醇部位分离得到 9 个化合物, 通过现代波谱学技术分别鉴定为: ethyl- $\beta$ -D-glucopyranoside(1)、2,6-dimethoxy-4-hydroxyphenol-1-O-glucopyranoside(2)、3,5-dimethoxy-4-hydroxy-benzoic acid-7-O- $\beta$ -D-glucopyranoside(3)、uridine(4)、Staphylionoside D(5)、3-methoxy-4-methyl-benzaldehyde(6)、4-(4'-hydroxy-3'-methoxyphenyl)-phenyl-2-butanone(7)、protocatechuic aldehyde(8)、protocatechuic acid(9)。[结论] 从山姜属中首次分离得到化合物 1~4 和化合物 6, 该植物中首次分离得到化合物 5、7、8、9。MTT 结果显示化合物 1、2、3 和 6 具有微弱的细胞毒活性。

**关键词** 高良姜; 化学成分; 结构鉴定; 细胞毒活性

**中图分类号** R 284.1 **文献标识码** A

**文章编号** 0517-6611(2020)21-0179-04

**doi**: 10.3969/j.issn.0517-6611.2020.21.049



开放科学(资源服务)标识码(OSID):

### Study on the Chemical Constituents and Cytotoxic Activity of *Alpinia officinarum* Hance

WEI Qing<sup>1</sup>, WEI Na<sup>2\*</sup> (1. Guizhou University of Traditional Chinese Medicine, Guiyang, Guizhou 550025; 2. Hainan Medical University, Haikou, Hainan 571199)

**Abstract** [Objective] The chemical components of the n-butanol part of *Alpinia officinarum* were separated and purified, and the cytotoxic activity of the compound was determined. [Method] The silica gel column chromatography, ODS column chromatography, preparative and semi-preparative HPLC method and recrystallization were used to separate and purify the extraction part of *Alpinia officinarum* n-butanol. Refer to the literature for structural identification. The MTT method was used to test the cytotoxic activity of the compound on liver cancer cells, gastric cancer cells (3 strains) and breast cancer cells. [Result] 9 compounds were isolated from the n-butanol part of *Alpinia officinarum*, which were identified as: ethyl- $\beta$ -D-glucopyranoside (1), 2,6-dimethoxy-4-hydroxyphenol-1-O-glucopyranoside(2), 3,5-dimethoxy-4-hydroxy-benzoic acid-7-O- $\beta$ -D-glucopyranoside(3), uridine (4), Staphylionoside D(5); 3-methoxy-4-methylbenzaldehyde (6), 4-(4'-hydroxy-3'-methoxyphenyl)-phenyl-2-butanone (7), protocatechuic aldehyde(8), protocatechuic acid (9). [Conclusion] Compounds 1 to 4 and 6 are isolated for the first time from *Alpinia*, and compounds 5, 7, 8, 9 were isolated for the first time in this plant. MTT results showed that compounds 1, 2, 3 and 6 had weak cytotoxic activity.

**Key words** *Alpinia officinarum* Hance; Chemical constituents; Structural identification; Cytotoxic activity

高良姜是姜科山姜属植物高良姜(*Alpinia officinarum* Hance)的干燥根茎, 别名高凉姜、良姜, 性热、味辛, 具有温胃止吐、散寒止痛之功效, 始载于《名医别录》, 历版《中国药典》均有记载<sup>[1]</sup>。高良姜主产于广东和海南两省<sup>[2]</sup>。高良姜也可用作药食同源中药, 在食品调味剂及抗氧化剂中也有应用, 用于食品保鲜和保质期延长, 是十三香的组成之一<sup>[3-4]</sup>。临床应用中主要用于治疗消化不良、呕吐、胃溃疡等消化道系统疾病。现代研究已从高良姜中分离出多种化学成分, 主要以挥发油、黄酮类和二芳基庚烷类为主<sup>[5-6]</sup>, 且其在抗氧化、抗溃疡、抑制肿瘤恶性增殖和消炎止痛方面有突出的作用<sup>[7-10]</sup>。

魏晴等<sup>[11-12]</sup>前期通过大孔树脂法对高良姜中的化学成分进行拆分, 并对拆分组分的药理作用进行研究, 发现高良姜有很好的抗溃疡作用和抗肿瘤作用。但迄今为止, 高良姜中大极性成分仍未得到系统全面的研究报道。该研究以高良姜为研究对象, 采用 95% 乙醇进行回流提取并对正丁醇萃取部位进行分离, 根据理化性质和核磁共振谱进行结构鉴定。

## 1 材料与方法

**1.1 材料** 高良姜药材于 2013 年 1 月采于海南省海口市, 经黑龙江中医药大学药用植物教研室王振月教授鉴定为姜科(Zingiberaceae)山姜属(*Alpinia*)植物高良姜(*Alpinia officinarum* Hance)的干燥根茎。原植物标本保存于黑龙江中医药大学中药炮制教研室(HZY2013012237)。

## 1.2 方法

**1.2.1 提取分离** 取高良姜干燥的根茎 2.8 kg, 用 95% 乙醇回流提取, 提取液减压浓缩得乙醇提取物 120 g。将提取物蒸馏水分散后用正丁醇萃取, 减压浓缩得正丁醇部位浸膏(26 g)。

正丁醇部位浸膏 26 g, 通过硅胶柱色谱分离, 二氯甲烷-甲醇梯度洗脱, 最后用甲醇进行洗脱。经过 TLC 检查合并相同组分共得到 7 个组分。组分 2 经正相硅胶色谱柱用二氯甲烷-甲醇系统梯度洗脱, 得到 5 个组分 Fr. 2.1~Fr. 2.5。Fr. 2.1 经反相 ODS 柱分离, 以甲醇-水洗脱, 接着用半制备 HPLC 纯化, 以 25% 甲醇洗脱, 得到化合物 2 和化合物 3。Fr. 2.2 利用制备型 HPLC 纯化, 以 25% 甲醇洗脱, 得到化合物 8 和化合物 9。

组分 3 经正相硅胶色谱柱用二氯甲烷-甲醇系统梯度洗脱, 得到 3 个组分 Fr. 3.1~Fr. 3.3。进一步 Fr. 3.2 经 Sephadex LH-20 柱色谱分离, 以三氯甲烷-甲醇(1:1)洗脱, 再经

**基金项目** 国家自然科学基金项目(81660649)。

**作者简介** 魏晴(1989—), 女, 黑龙江齐齐哈尔人, 讲师, 博士, 从事中药化学成分与药效学研究。\* 通信作者, 教授, 博士, 硕士生导师, 从事中药化学成分与药效学研究。

**收稿日期** 2020-05-12; **修回日期** 2020-06-03

半制备 HPLC 纯化,以 30% 甲醇洗脱,得化合物 1 和化合物 4;组分 4 经正向硅胶柱色谱分离,以二氯甲烷-甲醇(15:1~0:100)洗脱,分为 5 个组分 Fr. 4. 1~Fr. 4. 5,组分 Fr. 4. 2 经反相 ODS 柱色谱洗脱,以甲醇-水(9:1~100:0)洗脱,接着用半制备 HPLC 纯化,以 20% 甲醇洗脱,得到化合物 5、化合物 6 和化合物 7。

### 1.2.2 细胞毒活性筛选。

**1.2.2.1 供试品和对照品的配制。**将获得的单体化合物分别用 DMSO 溶解,然后用 RPMI-1640 培养液将供试品分别稀释至不同浓度,阳性药五氟尿嘧啶也通过 RPMI-1640 稀

释至 0.25  $\mu\text{g}/\text{mL}$ 。

**1.2.2.2 细胞毒活性测试。**细胞毒活性测试参考魏晴等<sup>[11]</sup>的方法,每组试验重复 3 次,结果取平均值。

## 2 结果与分析

**2.1 结构鉴定** 根据理化性质和核磁共振谱进行结构鉴定,从高良姜的正丁醇部位分离得到 9 个化合物,其结构如图 1 所示,其中糖苷类化合物 5 个、酚酸类化合物 4 个。从山姜属中首次分离得到化合物 1~4 和化合物 6,该植物中首次分离得到化合物 5、7、8、9。

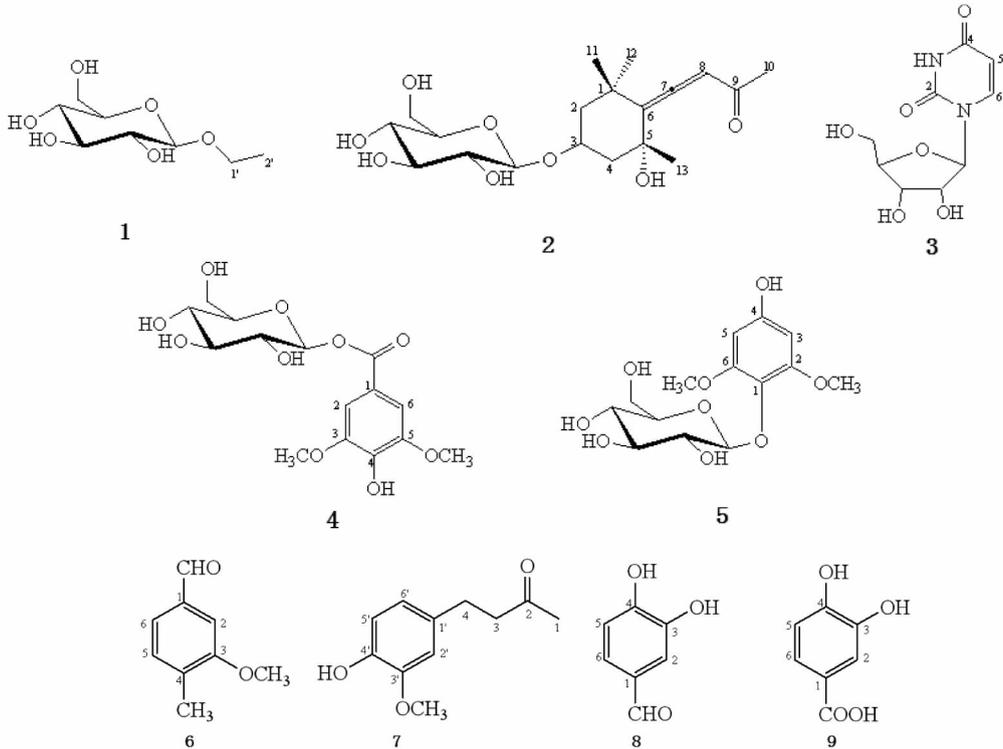


图 1 化合物 1~9 结构

Fig. 1 Structure of compounds 1-9

**2.1.1 化合物 1。**无色粉末,分离得到 9.3 mg,易溶于甲醇;电喷雾电离质谱 ESI-MS:  $m/z$  209.09  $[\text{M}+\text{H}]^+$ ;分子式为  $\text{C}_8\text{H}_{16}\text{O}_6$ ;  $^1\text{H-NMR}$  ( $\text{CD}_3\text{OD}$ , 400 MHz),  $\delta_{\text{H}}$ : 4.25 (1H, d,  $J=7.8$  Hz, H-1), 3.85 (1H, dd,  $J=3.0, 12.0$  Hz, H-6a), 3.62 (1H, dd,  $J=4.8, 12.0$  Hz, H-6b), 3.35 (1H, m, H-5), 3.33 (1H, m, H-3), 3.28 (1H, m, H-4), 3.18 (1H, m, H-2), 3.95 (2H, m, H-1'), 1.24 (3H, t,  $J=7.4$  Hz, H-2');  $^{13}\text{C-NMR}$  ( $\text{CD}_3\text{OD}$ , 100 MHz)  $\delta_{\text{C}}$ : 104.2 (C-1), 78.3 (C-5), 78.0 (C-3), 75.2 (C-2), 71.8 (C-4), 66.3 (C-1'), 62.9 (C-6), 15.6 (C-2')。以上数据与文献<sup>[13]</sup>报道的 ethyl- $\beta$ -D-glucopyranoside 一致,故确定该化合物为 ethyl- $\beta$ -D-glucopyranoside。

**2.1.2 化合物 2。**白色粉末,分离得到 10.0 mg,易溶于甲醇;ESI-MS:  $m/z$  333.11  $[\text{M}+\text{H}]^+$ ;分子式为  $\text{C}_{14}\text{H}_{20}\text{O}_9$ ;  $^1\text{H-NMR}$  ( $\text{CD}_3\text{OD}$ , 400 MHz),  $\delta_{\text{H}}$ : 6.17 (2H, s, H-3, H-5), 4.68 (1H, d,  $J=7.6$  Hz, H-1'), 3.48-3.85 (6H, m, H-2'~H-6'), 3.82 (6H, s, H-2-OCH<sub>3</sub>);  $^{13}\text{C-NMR}$  ( $\text{CD}_3\text{OD}$ , 100 MHz),  $\delta_{\text{C}}$ :

156.1 (C-4), 152.9 (C-2, C-6), 129.6 (C-1), 106.4 (C-1'), 94.8 (C-3, C-5), 78.4 (C-5'), 78.1 (C-3'), 75.3 (C-2'), 71.5 (C-4'), 62.8 (C-6'), 57.0 (C-2-OCH<sub>3</sub>, C-6-OCH<sub>3</sub>)。以上数据与文献<sup>[14]</sup>报道的 2,6-dimethoxy-4-hydroxyphenol-1-O-glucopyranoside 一致,故确定该化合物为 2,6-dimethoxy-4-hydroxyphenol-1-O-glucopyranoside。

**2.1.3 化合物 3。**无色针状结晶,分离得到 9.5 mg,易溶于甲醇;ESI-MS:  $m/z$  361.11  $[\text{M}+\text{H}]^+$ ;分子式为  $\text{C}_{15}\text{H}_{20}\text{O}_{10}$ ;  $^1\text{H-NMR}$  ( $\text{CD}_3\text{OD}$ , 400 MHz),  $\delta_{\text{H}}$ : 7.40 (2H, s, H-2, H-6), 5.70 (1H, d,  $J=7.72$  Hz, H-1'), 3.90 (6H, s, H-3-OCH<sub>3</sub>, H-5-OCH<sub>3</sub>), 3.88 (1H, dd,  $J=3.2, 12.0$  Hz, H-6a'), 3.67 (1H, dd,  $J=4.8, 12.0$  Hz, H-6b'), 3.44-3.85 (4H, m, H-2'~H-5');  $^{13}\text{C-NMR}$  ( $\text{CD}_3\text{OD}$ , 100 MHz),  $\delta_{\text{C}}$ : 166.9 (C=O), 149.1 (C-3, C-5), 142.8 (C-4), 120.9 (C-1), 108.9 (C-2, C-6), 57.1 (C-3-OCH<sub>3</sub>, C-5-OCH<sub>3</sub>), 96.4 (C-1'), 79.0 (C-5'), 78.3 (C-3'), 74.2 (C-2'), 71.3 (C-4'), 62.5 (C-6')。以上

数据与文献[15]报道的 3,5-dimethoxy-4-hydroxy-benzoic acid-7-O- $\beta$ -D-glucopyranoside 一致,故确定该化合物为 3,5-dimethoxy-4-hydroxy-benzoic acid-7-O- $\beta$ -D-glucopyranoside。

**2.1.4** 化合物 4。无色针状结晶,分离得到 8.7 mg,易溶于甲醇和水;ESI-MS:  $m/z$  276.10 [M+H]<sup>+</sup>;分子式为 C<sub>9</sub>H<sub>12</sub>N<sub>2</sub>O<sub>6</sub>; <sup>1</sup>H-NMR(CD<sub>3</sub>OD,400 MHz),  $\delta_{\text{H}}$ : 8.00(1H, d,  $J=8.0$  Hz, H-6), 5.90(1H, d,  $J=4.6$  Hz, H-1'), 5.70(1H, d,  $J=8.0$  Hz, H-5), 4.19(1H, m, H-3'), 4.17(1H, m, H-2'), 4.02(1H, m, H-4'), 3.88(2H, m, H-5'); <sup>13</sup>C-NMR(CD<sub>3</sub>OD, 100 MHz),  $\delta_{\text{C}}$ : 166.3(C-4), 152.6(C-2), 142.9(C-6), 102.8(C-5), 90.9(C-1'), 86.5(C-4'), 75.8(C-3'), 71.4(C-2'), 62.9(C-5')。以上数据与文献[16]报道的 Uridine 一致,故确定该化合物为 Uridine。

**2.1.5** 化合物 5。白色粉末,分离得到 10.9 mg,易溶于甲醇;ESI-MS:  $m/z$  387.19 [M+H]<sup>+</sup>;分子式为 C<sub>19</sub>H<sub>30</sub>O<sub>8</sub>; <sup>1</sup>H-NMR(CD<sub>3</sub>OD,400 MHz),  $\delta_{\text{H}}$ : 5.83(1H, s, H-8), 4.45(1H, d,  $J=7.8$  Hz, H-1'), 4.35(1H, d,  $J=13.0$  Hz, H-3), 3.88(1H, dd,  $J=3.2, 12.0$  Hz, H-6a'), 3.67(1H, dd,  $J=4.8, 12.0$  Hz, H-6b'), 3.16(1H, m, H-2'), 2.38(1H, m, H-4), 2.19(3H, s, H-10), 2.10(1H, m, H-2), 1.47(1H, m, H-2), 1.46(1H, m, H-4), 1.39(3H, s, H-13), 1.38(3H, s, H-11), 1.16(3H, s, H-12); <sup>13</sup>C-NMR(CD<sub>3</sub>OD, 100 MHz),  $\delta_{\text{C}}$ : 211.6(C-9), 201.0(C-7), 120.2(C-6), 102.9(C-1'), 101.3(C-8), 78.4(C-5'), 78.1(C-3'), 75.3(C-2'), 72.7(C-3), 72.5(C-5), 71.5(C-4'), 62.8(C-6'), 48.2(C-4), 46.8(C-2), 37.2(C-1), 32.4(C-12), 31.0(C-13), 29.6(C-11), 26.7(C-10)。以上数据与文献[17]报道的 Staphylionoside D 一致,故确定该化合物为 Staphylionoside D。

**2.1.6** 化合物 6。无色针状结晶,分离得到 8.6 mg,易溶于甲醇和水,ESI-MS:  $m/z$  151.07 [M+H]<sup>+</sup>;分子式为 C<sub>9</sub>H<sub>10</sub>O<sub>2</sub>; <sup>1</sup>H-NMR(DMSO- $d_6$ ,400 MHz),  $\delta_{\text{H}}$ : 9.77(1H, s, H-1-CHO), 7.51(1H, dd,  $J=1.9, 8.2$  Hz, H-6), 7.43(1H, d,  $J=1.8$  Hz, H-2), 6.88(1H, d,  $J=8.2$  Hz, H-5), 3.82(3H, s, H-3-OCH<sub>3</sub>), 2.49(3H, s, H-4-CH<sub>3</sub>); <sup>13</sup>C-NMR(DMSO- $d_6$ , 100 MHz),  $\delta_{\text{C}}$ : 196.0(C=O), 151.6(C-3), 147.5(C-1), 128.8(C-5), 123.3(C-4), 114.9(C-6), 111.2(C-2), 55.6(C-3-OCH<sub>3</sub>), 26.1(C-4-CH<sub>3</sub>)。以上数据与文献[18]报道的 3-methoxy-4-methyl-benzaldehyde 一致,故确定该化合物

为 3-methoxy-4-methyl-benzaldehyde。

**2.1.7** 化合物 7。白色粉末,分离得到 9.3 mg,易溶于甲醇;ESI-MS:  $m/z$  195.09 [M+H]<sup>+</sup>;分子式为 C<sub>11</sub>H<sub>14</sub>O<sub>3</sub>; <sup>1</sup>H-NMR(DMSO- $d_6$ ,400 MHz),  $\delta_{\text{H}}$ : 6.75(1H, d,  $J=1.9$  Hz, H-2'), 6.64(1H, d,  $J=8.0$  Hz, H-6'), 6.55(1H, dd,  $J=2.0, 8.0$  Hz, H-5'), 3.80(3H, s, H-3'-OCH<sub>3</sub>), 2.70(4H, m, H-3, H-4), 2.08(3H, s, H-1); <sup>13</sup>C-NMR(DMSO- $d_6$ ,100 MHz),  $\delta_{\text{C}}$ : 207.8(C-2), 147.3(C-3'), 144.5(C-4'), 131.8(C-1'), 120.2(C-6'), 115.2(C-5'), 112.5(C-2'), 55.6(C-3'-OCH<sub>3</sub>), 44.5(C-3), 29.7(C-4), 28.7(C-1)。以上数据与文献[19]报道的 4-(4'-hydroxy-3'-methoxyphenyl)-phenyl-2-butanone 一致,故确定该化合物为 4-(4'-hydroxy-3'-methoxyphenyl)-phenyl-2-butanone。

**2.1.8** 化合物 8。黄色粉末,分离得到 8.2 mg,易溶于甲醇;ESI-MS:  $m/z$  139.03 [M+H]<sup>+</sup>;分子式为 C<sub>7</sub>H<sub>6</sub>O<sub>3</sub>; <sup>1</sup>H-NMR(DMSO- $d_6$ ,400 MHz),  $\delta_{\text{H}}$ : 9.71(1H, s, H-1-CHO), 7.26(1H, dd,  $J=2.0, 8.0$  Hz, H-6), 7.24(1H, d,  $J=2.0$  Hz, H-2), 6.91(1H, d,  $J=8.0$  Hz, H-5); <sup>13</sup>C-NMR(DMSO- $d_6$ , 100 MHz),  $\delta_{\text{C}}$ : 190.7(C=O), 151.8(C-4), 145.3(C-3), 128.5(C-1), 124.0(C-6), 115.2(C-5), 114.1(C-2)。以上数据与文献[20]报道的原儿茶醛(protocatechuic aldehyde)一致,故确定该化合物为原儿茶醛(protocatechuic aldehyde)。

**2.1.9** 化合物 9。白色粉末,分离得到 13.1 mg,易溶于甲醇;ESI-MS:  $m/z$  155.03 [M+H]<sup>+</sup>;分子式为 C<sub>7</sub>H<sub>6</sub>O<sub>4</sub>; <sup>1</sup>H-NMR(DMSO- $d_6$ ,400 MHz),  $\delta_{\text{H}}$ : 9.63(1H, s, H-3-OH), 9.25(1H, s, H-4-OH), 7.37(1H, dd,  $J=2.0, 8.0$  Hz, H-6), 7.31(1H, d,  $J=2.0$  Hz, H-2), 6.81(1H, d,  $J=8.0$  Hz, H-5); <sup>13</sup>C-NMR(DMSO- $d_6$ ,100 MHz),  $\delta_{\text{C}}$ : 167.0(-COOH), 149.7(C-4), 144.6(C-3), 121.7(C-1), 121.5(C-6), 116.3(C-5), 114.9(C-2)。以上数据与文献[21]报道的原儿茶酸(protocatechuic acid)一致,故确定该化合物为原儿茶酸(protocatechuic acid)。

**2.2 细胞毒活性** 从表 1 可以看出,化合物 3 对肝癌细胞 HepG-2 具有微弱的细胞毒活性,化合物 2 对胃癌细胞 BGC-823 有微弱的细胞毒活性,化合物 1 和化合物 3 对胃癌细胞 SGC-7901 具有微弱的细胞毒活性,化合物 6 对胃癌细胞 MGC-803 具有微弱的细胞毒抑制作用,化合物 2 和化合物 3 对乳腺癌细胞 MCF-7 具有微弱的细胞毒抑制作用。

表 1 化合物 1~9 的细胞毒活性 IC<sub>50</sub>  
Table 1 IC<sub>50</sub> values for cytotoxic activity of compounds 1-9

化合物 Compounds	肝癌 HepG-2 Liver cancer HepG-2	胃 SGC-7901 Stomach SGC-7901	胃 BGC-823 Stomach BGC-823	胃 MGC-803 Stomach MGC-803	乳腺癌 MCF-7 Breast cancer MCF-7
化合物 1 Compound 1	—	27.90±1.29	—	—	—
化合物 2 Compound 2	—	—	22.82±1.03	—	22.05±1.08
化合物 3 Compound 3	37.48±1.78	21.45±1.02	—	—	25.14±1.16
化合物 6 Compound 6	—	—	—	36.56±2.84	39.86±1.95
阳性药 Positive drug	8.3±0.38	5.40±0.25	5.78±0.25	12.32±0.56	8.44±0.42

注:“—”代表没有细胞毒活性  
Note:“—” indicates no activity

### 3 讨论与结论

高良姜现代临床主要用于胃痛、胃炎、胃溃疡及胃癌等疾病的治疗,是治疗胃溃疡的常用药之一。目前对高良姜化学成分研究主要集中在黄酮和二芳基庚烷类,对其他类型成分研究较少。该研究从高良姜正丁醇共分离并鉴定出 9 个化合物,包括糖苷类化合物 5 个:ethyl-β-D-glucopyranoside (1)、2,6-dimethoxy-4-hydroxyphenol-1-O-glucopyranoside (2)、3,5-dimethoxy-4-hydroxy-benzoic acid-7-O-β-D-glucopyranoside(3)、uridine(4)、Staphylioside D(5);酚酸类化合物 4 个:3-methoxy-4-methyl-benzaldehyde(6)、4-(4'-hydroxy-3'-methoxyphenyl)-phenyl-2-butanone(7)、protocatechuic aldehyde(8)、protocatechuic acid(9)。从山姜属中首次分离得到化合物 1~4 和化合物 6,该植物中首次分离得到化合物 5、7、8、9。该研究丰富了高良姜化学成分的信息,也为药理学及质量控制研究奠定了物质基础。

### 参考文献

[1] 国家药典委员会. 中华人民共和国药典:一部[S]. 北京:中国医药科技出版社,2015:287.  
 [2] 杨全,严寒静,庞玉新,等. 南药高良姜药用植物资源调查研究[J]. 广东药学院学报,2012,28(4):382-386.  
 [3] 潘坤,高炳森,王阿超,等. 基于 ISSR 标记的海南高良姜种质资源遗传多样性分析[J]. 分子植物育种,2016,14(8):2224-2231.  
 [4] 胡佳惠,闫明. 高良姜的研究进展[J]. 时珍国医国药,2009,20(10):2544-2546.  
 [5] LU W,JIANG L H. Chemical constituents and pharmacological activities of *Alpinia officinarum* Hance[J]. China pharmaceuticals,2006,15(3):19-21.  
 [6] 李洪福,李永辉,王勇,等. 高良姜化学成分及药理活性的研究[J]. 中

国实验方剂学杂志,2014,20(7):236-244.  
 [7] 邹俊波,张小飞,郗佳,等. 水蒸气蒸馏法提取高良姜挥发油类成分提取动力学研究[J]. 中国中药杂志,2018,43(21):4231-4239.  
 [8] 高振虎,陈艳芬,杨全,等. 南药高良姜的研究进展[J]. 广东药学院学报,2016,32(6):817-821.  
 [9] 马小妮. 高良姜化学成分及其抗癌活性研究[D]. 广州:广东药科大学,2016.  
 [10] TABATA K,YAMAZAKI Y,OKADA M,et al. Diarylheptanoids derived from *Alpinia officinarum* induce apoptosis,S-phase arrest and differentiation in human neuroblastoma cells[J]. Anticancer research,2009,29(12):4981-4988.  
 [11] 魏晴,魏娜,王秋红. 高良姜抗肿瘤活性部位筛选[J]. 时珍国医国药,2015,26(7):1621-1622.  
 [12] 魏娜,谭银丰,魏晴,等. 高良姜不同提取部位对实验性胃溃疡的影响及作用机理研究[J]. 海南医学院学报,2015,21(2):158-160.  
 [13] 王兴娜,杜建厂,谭仁祥,等. 担子菌黄卷缘齿菌的化学成分[J]. 中草药,2005,36(8):1126-1130.  
 [14] WU Z J,OUYANG M A,WANG S B. Two new phenolic water-soluble constituents from branch bark of *Davidia involucrata*[J]. Natural product research,2008,22(6):483-488.  
 [15] 董礼,李磊,廖志华,等. 柴胡红景天化学成分的研究[J]. 西北植物学报,2007,27(12):2564-2567.  
 [16] 魏华,何春年,彭勇,等. 川木香化学成分研究[J]. 中国中药杂志,2012,37(9):1249-1253.  
 [17] QIAN Y,MATSUNAMI K,OTSUKA H,et al. Staphyliosides A-K; Megastigmmane glucosides from the leaves of *Staphylea bumalda* DC. [J]. Chemical pharmaceutical bulletin,2005,53(7):800-807.  
 [18] 郑健,赵东升,吴斌,等. 留兰香中化学成分的分离与鉴定[J]. 中国中药杂志,2002,27(10):749-751.  
 [19] FENG W S,ZHENG X K,WANG Y Z,et al. Isolation and structure identification of the chemical constituents from pine needles of *Pinus massoniana* Lamb. [J]. Acta pharmaceutica sinica,2004,39:190-193.  
 [20] 张倩,康文艺. 芭蕉根活性成分研究[J]. 中国中药杂志,2010,35(18):2424-2427.  
 [21] 孙连娜,洪永福. 中药木瓜的化学成分研究[J]. 中国药学:英文版,2000,9(1):6-9.

(上接第 145 页)

- 47. 腹管等于或长于尾片 2 倍 ..... 棉蚜 *A. gossypii* Glover  
 腹管短于尾片 2 倍,腹部背片 I~V 上斑纹愈合为一大黑斑  
 ..... 豆蚜 *A. craccivora* Koch
- 48. 后足跗节 I 有毛 3 根;尾片有毛 11~14 根 .....  
 ..... 夹竹桃蚜 *A. nerii* Boyerde Fonscolombe  
 后足跗节 I 有毛 2 根 ..... 49
- 49. 腹部背片 VIII 有毛 4 根 ..... 中国槐蚜 *A. sophoricola* Zhang  
 腹部背片 VIII 有毛 2 或 3 根 ..... 50
- 50. 触角末节鞭部长为基部 3 倍上 .....  
 ..... 大豆蚜 *A. glycines* Matsumura  
 触角末节鞭部适于基部 2.5 倍 .....  
 ..... 艾蚜 *A. kurosawai* Takahashi

### 3 结语

通过近 3 年多的调查鉴定,三门峡市园林植物现有蚜虫隶属于 1 总科 7 科 30 属 54 种。其中为害广玉兰及刺槐的槐蚜 *A. robiniae* Macchiatii 与花生蚜 *A. medicaginis* Koch 及豆蚜 *A. craccivora* Koch 为同一种,文献[4]记载不同;以棉蚜、桃粉大尾蚜、桃蚜等寄主较广且发生量大;棉蚜寄主:红叶李、大叶黄杨、木瓜、木槿、香椿、石楠、矮牵牛、榆、白玉兰、花椒、白兰花、垂丝海棠、花石榴、海桐、法国冬青、火棘等;桃蚜、桃粉

大尾蚜主要寄主为百日草、万寿菊等菊科植物及樱花、桃李及红叶李等蔷薇科植物;油松大蚜、雪松长足大蚜、三角枫多态毛蚜、栾树多态毛蚜等虽寄主单一,但发生危害十分严重。防治工作必须掌握在春季干母发生期,因此期发生数量少,抗性差,寄主未受到较大的损失<sup>[11]</sup>。

### 参考文献

[1] 曹良俊,祝勇武. 蚜虫的危害及防治[J]. 浙江林业,2009(6):33.  
 [2] 夏文胜,董立坤,刘超,等. 武汉地区园林蚜虫种类与发生动态[J]. 园林科技,2008(4):15-18.  
 [3] 范埃姆登 H F. 蚜虫研究技术[M]. 路进生,译. 北京:科学出版社,1982.  
 [4] 姜立云,乔格侠,张广学,等. 东北农林蚜虫志[M]. 北京:科学出版社,2011.  
 [5] 张广学,钟铁森. 中国经济昆虫志:第 25 册 同翅目蚜虫类(一)[M]. 北京:科学出版社,1983:1-387.  
 [6] 王继刘,刘建良. 上海园林植物常见蚜虫种类检索[J]. 上海交通大学学报,2003,21(1):58-63.  
 [7] 张广学. 西北农林蚜虫志[M]. 北京:中国环境科学出版社,1999:1-455.  
 [8] 衡学敏. 合肥市园林植物蚜虫种类调查初报[J]. 安徽农业科学,2004,32(4):726-728.  
 [9] 黄宝生,吴丹,孙丽峰,等. 雪松长足大蚜的危害与防治技术[J]. 河南林业科技,2017,37(2):45-47.  
 [10] 虞国跃,王合. 中国新记录种——雪松长足大蚜 *Cinara cedri* Mimeur [J]. 环境昆虫学报,2014,36(2):260-264.  
 [11] 武宇鹏,李友莲. 蚜虫防治技术与研究应用新进展[J]. 山西农业科学,2003,31(2):64-68.