

• 化学成分 •

玫瑰花蕾中的黄酮类化合物研究

刘贵有, 李丽梅, 娄洁, 王欢, 杨娟霞, 王月德, 董伟, 周堃, 胡秋芬, 高雪梅*

云南民族大学, 民族药资源化学国家民委教育部重点实验室, 云南昆明 650500

摘要: 目的 对玫瑰 *Rosa rugosa* 花蕾中的黄酮类化合物进行研究。方法 运用硅胶、凝胶、MCI-gel 树脂及 RP-HPLC 等多种色谱技术对食用玫瑰花蕾的化学成分进行分离纯化, 并根据理化性质和波谱数据鉴定化合物的结构。结果 从玫瑰花蕾 95%乙醇提取物的正丁醇萃取部位分离得到了 9 个黄酮类化合物, 分别鉴定为 8-乙酰基-4',7-二甲氧基-6-甲基黄酮(1)、山柰酚(2)、山柰酚-3-O- β -D-吡喃葡萄糖苷(3)、山柰酚-3-O- β -D-芸香糖苷(4)、槲皮素(5)、槲皮素-3-O- β -D-吡喃葡萄糖苷(6)、芦丁(7)、木犀草素(8)、木犀草素-7-O- β -D-吡喃葡萄糖苷(9)。结论 化合物 1 为新化合物, 化合物 9 为首次从玫瑰花蕾中分离得到, 并且化合物 1 表现出较强的细胞毒活性, 其对 NB4、SH-SY5Y、PC3、A549 和 MCF7 的 IC_{50} 值分别为 6.8、5.6、2.2、1.8、7.4 $\mu\text{mol/L}$ 。

关键词: 玫瑰; 黄酮; 细胞毒活性; 槲皮素; 木犀草素-7-O- β -D-吡喃葡萄糖苷

中图分类号: R284.1 文献标志码: A 文章编号: 0253-2670(2015)13-1867-05

DOI: 10.7501/j.issn.0253-2670.2015.13.002

Flavonoids from flower buds of *Rosa rugosa*

LIU Gui-you, LI Li-mei, LOU Jie, WANG Huan, YANG Juan-xia, WANG Yue-de, DONG Wei, ZHOU Kun, HU Qiu-fen, GAO Xue-mei

Key Laboratory of Chemistry in Ethnic Medicinal Resources, State Ethnic Affairs Commission & Ministry of Education, Yunnan Minzu University, Kunming 650500, China

Abstract: **Objective** To identify the bioactive natural products, and study the chemical constituents in the flower buds of *Rosa rugosa*. **Methods** The chemical constituents in the flower buds of *R. rugosa* were isolated by silica gel, MCI-gel resin, Sephadex LH-20 column chromatography, and high performance liquid chromatography (HPLC) methods. Their structures were elucidated by spectroscopic methods, including extensive 1D and 2D NMR techniques. **Results** Nine flavonoids were isolated from the flower buds of *R. rugosa*, and identified as 8-acetyl-4',7-dimethoxy-6-methyl-flavone (1), kaempferol (2), kaempferol-3-O- β -D-glucopyranoside (3), kaempferol-3-O- β -D-rutinoside (4), quercetin (5), quercetin-3-O- β -D-glucopyranoside (6), rutin (7), luteolin (8), and luteolin-7-O- β -D-glucopyranoside (9). **Conclusion** Compound 1 is a new compound and it displays the cytotoxicity against NB4, SH-SY5Y, PC3, A549, and MCF7 cells with IC_{50} values of 6.8, 5.6, 2.2, 1.8, and 7.4 $\mu\text{mol/L}$, respectively. Compound 9 is isolated from *R. rugosa* for the first time.

Key words: *Rosa rugosa* Thunb.; flavones; cytotoxicity; quercetin; luteolin-7-O- β -D-glucopyranoside

玫瑰 *Rosa rugosa* Thunb. 为蔷薇科 (Rosaceae) 蔷薇属 *Rosa* L. 植物, 又称徘徊花、笔头花、湖花、刺玫花, 是多年生灌木^[1]。玫瑰花富含氨基酸、蛋白质、多糖、淀粉、维生素等各种营养成分, 花瓣可食用、泡茶。另外, 玫瑰花药用价值极高, 历代

本草均有玫瑰花在药用方面的记载。玫瑰花具有清除自由基、抗氧化、抗肿瘤、抗病毒、扩张血管、解毒、利胆等作用^[2]。国内外学者对玫瑰花化学成分进行过研究, 其化学成分主要是鞣质、苯丙素^[3-6]。本课题组对产于云南玉溪澄江县的玫瑰进行研究,

收稿日期: 2015-02-03

基金项目: 云南民族大学研究生创新项目基金 (2014YJY73)

作者简介: 刘贵有 (1990—), 女, 云南保山人, 硕士在读, 从事中药及天然药物活性成分研究。

*通信作者 高雪梅, 女, 博士, 副教授, 硕士生导师。Tel: 13388808396 E-mail: gao_xuemei@hotmail.com

从其花蕾 95%乙醇提取物的正丁醇萃取部位分离得到 9 个黄酮类化合物, 分别鉴定为 8-乙酰基-4',7-二甲氧基-6-甲基黄酮 (8-acetyl-4',7-dimethoxy-6-methyl-flavone, **1**)、山柰酚 (kaempferol, **2**)、山柰酚-3-*O*- β -D-吡喃葡萄糖苷 (kaempferol-3-*O*- β -D-glucopyranoside, **3**)、山柰酚-3-*O*- β -D-芸香糖苷 (kaempferol-3-*O*- β -D-rutinside, **4**)、槲皮素 (quercetin, **5**)、槲皮素-3-*O*- β -D-吡喃葡萄糖苷 (quercetin-3-*O*- β -D-glucopyranoside, **6**)、芦丁 (rutin, **7**)、木犀草素 (luteolin, **8**)、木犀草素-7-*O*- β -D-吡喃葡萄糖苷 (luteolin-7-*O*- β -D-glucopyranoside, **9**)。其中化合物 **1** 为新化合物, 并且该化合物表现出较强的细胞毒活性, 其对 NB4、SH-SY5Y、PC3、A549 和 MCF7 的 IC₅₀ 值分别为 6.8、5.6、2.2、1.8、7.4 μ mol/L。

1 仪器与材料

UV-2401A 紫外光谱仪 (日本岛津公司); JASCO J-810 圆二色光谱仪 (日本分光公司); Bio-Rad FTS-185 傅里叶变换红外光谱仪 (美国伯乐 Bio-Rad 公司); DRX-500 核磁共振仪 (瑞士布鲁克公司); 半制备 HPLC 分析仪器为岛津 LC-8A 型高效液相色谱仪, 安捷伦公司 Zorbax PrepHT GF 色谱柱 (250 mm $\times$ 21.2 mm, 7 μ m)。柱色谱硅胶 (80~100、200~300 目), GF₂₅₄ 硅胶板 (100 mm $\times$ 100 mm), 均为青岛海洋化工厂产品; 反相填充材料 RP₁₈ (40~63 μ m), Merck 公司生产; MCI 填充材料为 MCI-gel CHP-20P (75~150 μ m); 凝胶为 Sephadex LH-20; 薄层色谱法显色, 显色剂为 5% H₂SO₄ 乙醇溶液, 喷洒后适当加热即可; 工业用三氯甲烷、正丁醇、甲醇、醋酸乙酯、石油醚; 色谱纯乙腈、四氢呋喃; 超纯水。

实验用玫瑰 2003 年 9 月购于云南省玉溪市澄江县, 经云南省昆明植物研究所周敏博士鉴定为蔷薇科植物玫瑰 *Rosa rugosa* Thunb., 品种为丰花玫瑰。将采收的花蕾分散置于阴凉的通风处阴干, 粉碎到 40 目, 备用。

2 提取与分离

干燥玫瑰花蕾 4.5 kg, 粉碎后用 95%甲醇提取 4 次, 每次用量为 5.0 L, 室温浸泡、超声 4 次 (每次 30 min), 滤过, 减压浓缩, 浓缩液用正丁醇萃取 3 次, 每次用量为 4.0 L, 合并得到浸膏 258 g。浸膏经硅胶柱色谱, 三氯甲烷-甲醇 (20:1、9:1、8:2、7:3、6:4、5:5) 梯度洗脱, 分成 6 个部分。用 MCI 除色素以后, 经 HPLC 检测, 黄酮类化

合物主要在 8:2 和 7:3 部位。将三氯甲烷-甲醇洗脱的 8:2 和 7:3 部位合并, 再次用三氯甲烷-丙酮进行梯度洗脱分离, 分成 8:2、7:3、6:4、5:5、4:6、纯丙酮 6 个部分, 选取 7:3 部分进行 HPLC 进一步分离。用 Zorbax PrepHT GF 柱, 以 45%甲醇水溶液为流动相, 体积流量为 15 mL/min, 得化合物 **1** (11.8 mg); 选取 6:4 部分进行 HPLC 进一步分离、用 Zorbax PrepHT GF 柱, 以 38%甲醇水溶液为流动相, 体积流量为 15 mL/min, 得化合物 **2** (12.6 mg)、**5** (18.5 mg) 和 **9** (9.6 mg)。选取 5:5 部分进行 HPLC 进一步分离, 用 Zorbax PrepHT GF 柱, 以 32%甲醇水溶液为流动相, 体积流量为 15 mL/min, 得化合物 **3** (12.6 mg)、**4** (18.5 mg)、**6** (22.1 mg)、**7** (25.6 mg) 和 **8** (14.7 mg)。

3 结构鉴定

化合物 **1**: 橙黄色胶状物, ESI-MS m/z : 361 [M+Ma]⁺; HR-ESI-MS m/z : 361.105 8 [M+Na]⁺ (计算值 361.105 2, C₂₀H₁₈NaO₅)。结合 ¹H- 和 ¹³C-NMR 谱 (表 1) 确定分子式为 C₂₀H₁₈O₅。UV $\lambda_{\max}^{\text{MeOH}}$ (nm): 215 (4.31), 262 (3.83), 366 (3.65), 说明化合物中存在芳环结构。IR 数据显示化合物分子结构中有羟基

表 1 化合物 **1** 的核磁数据 (500/125 MHz, C₅D₅N)
Table 1 NMR data of compound **1** (500/125 MHz, C₅D₅N)

碳位	δ_{C}	δ_{H}
2	163.9 s	
3	106.0 d	6.63 (s)
4	176.5 s	
5	135.0 d	7.61 (s)
6	126.7 s	
7	120.7 s	
8	111.9 s	
9	153.0 s	
10	118.9 s	
1'	123.0 s	
2',6'	130.4 d	7.79 (d, $J=8.8$ Hz)
3',5'	115.3 d	6.78 (d, $J=8.8$ Hz)
4'	161.0 s	
1''	198.2 s	
2''	30.9 q	2.26 (s)
3''	17.0 q	2.33 (s)
7-OMe	61.1 q	3.85 (s)
4'-OMe	56.0 q	3.80 (s)

($3\,458\text{ cm}^{-1}$)、羰基 ($1\,696$ 、 $1\,650\text{ cm}^{-1}$) 和芳环 ($1\,605$ 、 $1\,538$ 和 $1\,469\text{ cm}^{-1}$)。 ^1H -和 ^{13}C -NMR 谱显示其含有 20 个碳和 18 个氢, 包括 1 个五取代的苯环 ($\delta_{\text{C}}\,135.0\text{ d}$ 、 126.7 s 、 120.7 s 、 111.9 s 、 153.0 s 和 118.9 s ; $\delta_{\text{H}}\,7.61\text{ s}$), 1 个 1,4-二取代苯环 [$\delta_{\text{C}}\,123.0\text{ s}$ 、 130.4 d (2C)、 115.3 d (2C) 和 161.0 s], 1 个乙酰基 ($\delta_{\text{C}}\,198.2\text{ s}$ 和 30.9 q ; $\delta_{\text{H}}\,2.26\text{ s}$), 1 个苯环上取代的甲基 ($\delta_{\text{C}}\,17.0\text{ q}$; $\delta_{\text{H}}\,2.33\text{ s}$), 2 个甲氧基 ($\delta_{\text{C}}\,61.1\text{ q}$ 和 56.0 q ; $\delta_{\text{H}}\,3.85\text{ s}$ 和 3.80 s), 1 组双键 ($\delta_{\text{C}}\,163.9\text{ s}$ 和 106.0 d ; $\delta_{\text{H}}\,6.63\text{ s}$), 以及 1 个羰基 ($\delta_{\text{C}}\,176.5\text{ s}$) 信号。这些信号结合 H-3 ($\delta_{\text{H}}\,6.63$) 和 C-4 ($\delta_{\text{C}}\,176.5$), C-10 ($\delta_{\text{C}}\,118.9$), C-2 ($\delta_{\text{C}}\,163.9$), C-1' ($\delta_{\text{C}}\,123.0$); 以及 H-2', 6' ($\delta_{\text{H}}\,7.79$) 和 C-2 ($\delta_{\text{C}}\,163.9$) 的 HMBC 相关 (图 1) 可证实该化合物为黄酮类化合物^[7]。进一步分析其 HMBC 相关信号, 根据甲氧基氢 ($\delta_{\text{H}}\,3.85$ 和 3.80) 分别和 C-7 ($\delta_{\text{C}}\,120.7$) 和 C-4' ($\delta_{\text{C}}\,161.0$) 有 HMBC 相关可证实 2 个甲氧基分别取代在 C-6 和 C-4' 位, 根据乙酰基上的甲基氢 H-2'' ($\delta_{\text{H}}\,2.26$) 和 C-8 ($\delta_{\text{C}}\,111.9$) 有 HMBC 相关可证实乙酰基取代在 C-8 位。甲基取代在 C-6 位可由甲基氢 (H-3'', $\delta_{\text{H}}\,2.33$) 和 C-5 ($\delta_{\text{C}}\,135.0$), C-6 ($\delta_{\text{C}}\,126.7$) 和 C-7 ($\delta_{\text{C}}\,120.7$) 的 HMBC 相关得到确认。故鉴定化合物 1 为 8-乙酰基-4',7-二甲氧基-6-甲基-黄酮。

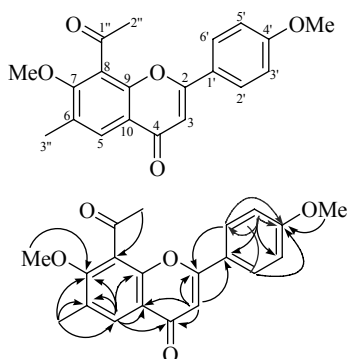


图 1 化合物 1 的结构及主要 HMBC 相关 (↘)

Fig. 1 Structure and key HMBC correlations of compound 1

化合物 2: 黄色粉末。 ^1H -NMR (500 MHz, CD_3OD) δ : 6.18 (1H, s, H-6), 6.37 (1H, s, H-8), 7.92 (2H, d, $J = 8.5\text{ Hz}$, H-2', 6'), 6.87 (1H, d, $J = 8.5\text{ Hz}$, H-3', 5'); ^{13}C -NMR (125 MHz, CD_3OD) δ : 159.3 (s, C-2), 138.4 (s, C-3), 177.8 (s, C-4), 162.9 (s, C-5), 99.8 (d, C-6), 165.7 (s, C-7), 95.6 (d, C-8), 160.1 (s, C-9), 105.4 (s, C-10), 122.8 (s, C-1'), 131.2 (d, C-2', 6'), 116.8 (s, C-3', 5'), 160.5 (s, C-4')。以上数据与文

献报道一致^[8], 故鉴定化合物 2 为山柰酚。

化合物 3: 黄色粉末。 ^1H -NMR (500 MHz, CD_3OD) δ : 6.22 (1H, s, H-6), 6.41 (1H, s, H-8), 8.06 (2H, d, $J = 8.6\text{ Hz}$, H-2', 6'), 6.68 (2H, d, $J = 8.6\text{ Hz}$, H-3', 5'), 5.38 (1H, d, $J = 7.5\text{ Hz}$, H-1''), 3.26~3.72 (6H, m, H-2''~6''); ^{13}C -NMR (125 MHz, CD_3OD) δ : 156.4 (s, C-2), 133.8 (s, C-3), 178.2 (d, C-4), 161.8 (s, C-5), 99.2 (d, C-6), 165.3 (s, C-7), 94.2 (d, C-8), 159.4 (s, C-9), 105.1 (s, C-10), 121.4 (s, C-1'), 131.0 (d, C-2', 6'), 115.2 (d, C-3', 5'), 160.1 (s, C-4'), 103.4 (d, C-1''), 75.1 (d, C-2''), 78.2 (d, C-3''), 69.9 (d, C-4''), 77.2 (d, C-5''), 62.1 (t, C-6'')。以上数据与文献报道一致^[9], 故鉴定化合物 3 为山柰酚-3-*O*- β -D-吡喃葡萄糖苷。

化合物 4: 黄色粉末。 ^1H -NMR (500 MHz, $\text{C}_5\text{D}_5\text{N}$) δ : 6.19 (1H, d, $J = 1.8\text{ Hz}$, H-6), 6.48 (1H, d, $J = 1.8\text{ Hz}$, H-8), 7.92 (2H, d, $J = 8.8\text{ Hz}$, H-2', 6'), 6.86 (2H, d, $J = 8.8\text{ Hz}$, H-3', 5'), 5.13 (1H, d, $J = 7.5\text{ Hz}$, H-1''), 3.84 (1H, d, $J = 10.0\text{ Hz}$, H-1'''), 1.24 (3H, d, $J = 7.2\text{ Hz}$, H-6'''), 3.20~3.72 (10H, m, H-2''~6'', 2'''~5'''); ^{13}C -NMR (125 MHz, $\text{C}_5\text{D}_5\text{N}$) δ : 152 (s, C-2), 133.0 (s, C-3), 177.5 (s, C-4), 161.4 (s, C-5), 98.4 (d, C-6), 164.3 (s, C-7), 94.2 (d, C-8), 156.4 (s, C-9), 103.8 (s, C-10), 120.4 (s, C-1'), 130.8 (d, C-2', 6'), 116.2 (d, C-3', 5'), 158.9 (s, C-4'), 101.9 (d, C-1''), 74.3 (d, C-2''), 76.8 (d, C-3''), 70.7 (d, C-4''), 75.8 (d, C-5''), 66.7 (t, C-6''), 100.4 (d, C-1'''), 70.2 (d, C-2'''), 70.0 (d, C-3'''), 71.6 (d, C-4'''), 68.0 (d, C-5'''), 17.5 (q, C-6''')。以上数据与文献报道一致^[10], 故鉴定化合物 4 为山柰酚-3-*O*- β -D-芸香糖苷。

化合物 5: 黄色粉末。 ^1H -NMR (500 MHz, CD_3COCD_3) δ : 6.26 (1H, d, $J = 1.5\text{ Hz}$, H-6), 6.50 (1H, d, $J = 1.5\text{ Hz}$, H-8), 7.74 (1H, d, $J = 1.5\text{ Hz}$, H-2'), 6.97 (1H, d, $J = 8.1\text{ Hz}$, H-5'), 7.64 (1H, dd, $J = 1.5$, 8.1 Hz , H-6'); ^{13}C -NMR (125 MHz, CD_3COCD_3) δ : 145.4 (s, C-2), 136.2 (s, C-3), 178.2 (s, C-4), 162.8 (s, C-5), 99.5 (d, C-6), 164.7 (s, C-7), 94.8 (d, C-8), 156.4 (s, C-9), 104.5 (s, C-10), 121.9 (s, C-1'), 115.8 (d, C-2'), 146.3 (s, C-3'), 147.4 (s, C-4'), 116.4 (d, C-5'), 122.5 (d, C-6')。以上数据与文献报道一致^[10], 故鉴定化合物 5 为槲皮素。

化合物 6: 黄色粉末。 ^1H -NMR (500 MHz, CD_3OD) δ : 6.19 (1H, brs, H-6), 6.38 (1H, brs, H-8),

7.70 (1H, d, $J = 1.5$ Hz, H-2'), 6.86 (1H, d, $J = 8.2$ Hz, H-5'), 7.58 (1H, d, $J = 8.2$ Hz, H-6'), 5.26 (1H, d, $J = 7.4$ Hz, H-1''), 3.22~3.72 (6H, m, H-2''~6''); ^{13}C -NMR (125 MHz, CD_3OD) δ : 158.5 (s, C-2), 135.6 (s, C-3), 179.5 (s, C-4), 163.1 (s, C-5), 99.9 (d, C-6), 166.1 (s, C-7), 94.7 (d, C-8), 159.1 (s, C-9), 105.7 (s, C-10), 123.1 (s, C-1'), 116.0 (d, C-2'), 145.9 (s, C-3'), 149.9 (s, C-4'), 117.6 (d, C-5'), 123.2 (d, C-6'), 104.4 (d, C-1''), 75.7 (d, C-2''), 78.4 (d, C-3''), 71.3 (d, C-4''), 78.1 (d, C-5''), 62.6 (t, C-6'')。以上数据与文献报道一致^[10], 故鉴定化合物 **6** 为槲皮素-3- O - β -D-吡喃葡萄糖苷。

化合物 **7**: 黄色粉末。 ^1H -NMR (500 MHz, $\text{C}_5\text{D}_5\text{N}$) δ : 12.62 (1H, s, 5-OH), 10.71 (1H, s, 7-OH), 9.82 (1H, s, 3'-OH), 9.34 (1H, s, 4'-OH), 6.22 (H, d, $J = 1.5$ Hz, H-6), 6.48 (1H, d, $J = 1.5$ Hz, H-8), 7.50 (1H, d, $J = 1.9$ Hz, H-2'), 6.86 (1H, d, $J = 8.6$ Hz, H-5'), 6.94 (1H, dd, $J = 8.6, 1.9$ Hz, H-6'), 5.34 (1H, d, $J = 7.5$ Hz, H-1''), 3.72 (1H, d, $J = 10.0$ Hz, H-1'''), 1.22 (3H, d, $J = 7.2$ Hz, H-6'''), 3.22~3.70 (10 H, m, H-2''~6'', 2'''~5'''); ^{13}C -NMR (125 MHz, $\text{C}_5\text{D}_5\text{N}$) δ : 156.4 (s, C-2), 133.5 (s, C-3), 177.3 (s, C-4), 161.2 (s, C-5), 98.6 (d, C-6), 164.3 (s, C-7), 94.3 (d, C-8), 155.2 (s, C-9), 102.8 (s, C-10), 121.6 (s, C-1'), 116.2 (d, C-2'), 144.7 (s, C-3'), 148.6 (s, C-4'), 116.8 (s, C-5') 122.9 (d, C-6'), 103.4 (d, C-1''), 74.0 (d, C-2''), 76.4 (d, C-3''), 70.5 (d, C-4''), 75.9 (d, C-5''), 67.0 (t, C-6''), 101.2 (d, C-1'''), 70.4 (d, C-2'''), 70.0 (d, C-3'''), 71.9 (d, C-4'''), 68.2 (d, C-5'''), 17.9 (q, C-6''')。以上数据与文献报道一致^[11], 故鉴定化合物 **7** 为芦丁。

化合物 **8**: 黄色粉末。 ^1H -NMR (500 MHz CD_3COCD_3) δ : 6.65 (1H, s, H-3), 6.33 (1H, d, $J = 1.8$ Hz, H-6), 6.42 (1H, d, $J = 1.8$ Hz, H-8), 7.59 (1H, d, $J = 1.5$ Hz, H-2'), 6.97 (1H, d, $J = 8.1$ Hz, H-5'), 7.62 (1H, d, $J = 1.5, 8.1$ Hz, H-6'); ^{13}C -NMR (125 MHz CD_3COCD_3) δ : 162.4 (s, C-2), 103.8 (d, C-3), 179.5 (s, C-4), 162.0 (s, C-5), 99.2 (d, C-6), 164.3 (s, C-7), 94.6 (d, C-8), 156.9 (s, C-9), 104.3 (s, C-10), 121.2 (s, C-1'), 116.3 (d, C-2'), 146.8 (s, C-3'), 147.0 (s, C-4'), 117.1 (d, C-5'), 123.2 (d, C-6')。以上数据与文献报道一致^[12], 故鉴定化合物 **8** 为木犀草素。

化合物 **9**: 黄色粉末。 ^1H -NMR (500 MHz CD_3COCD_3) δ : 6.65 (1H, s, H-3), 6.38 (1H, d, $J = 1.8$

Hz, H-6), 6.45 (1H, d, $J = 1.8$ Hz, H-8), 7.63 (1H, d, $J = 1.5$ Hz, H-2'), 6.94 (1H, d, $J = 8.1$ Hz, H-5'), 7.65 (1H, d, $J = 1.5, 8.1$ Hz, H-6'), 5.24 (1H, d, $J = 7.4$ Hz, H-1''), 3.25~3.74 (6H, m, H-2''~6''); ^{13}C -NMR (125 MHz CD_3COCD_3) δ : 161.8 (s, C-2), 104.2 (d, C-3), 179.0 (s, C-4), 161.5 (s, C-5), 99.7 (d, C-6), 161.3 (s, C-7), 95.5 (d, C-8), 156.2 (s, C-9), 103.5 (s, C-10), 121.8 (s, C-1'), 115.9 (d, C-2'), 146.2 (s, C-3'), 147.2 (s, C-4'), 117.0 (d, C-5'), 123.2 (d, C-6'), 104.6 (d, C-1''), 75.5 (d, C-2''), 78.2 (d, C-3''), 71.3 (d, C-4''), 78.0 (d, C-5''), 62.3 (t, C-6'')。以上数据与文献报道一致^[13], 故鉴定化合物 **9** 为木犀草素-7- O - β -D-吡喃葡萄糖苷。

4 细胞毒活性研究

由于有文献报道玫瑰花中的黄酮类化合物具有明显的细胞毒活性, 因此对化合物 **1** 进行了细胞毒活性筛选; 细胞毒活性检测参照文献采用改良的MTT测定法^[14], 所测试细胞株为急性早幼粒细胞白血病细胞 (NB4)、人肺腺癌细胞 (A549)、人神经母细胞瘤细胞 (SHSY5Y)、人前列腺癌细胞 (PC3) 和人乳腺癌细胞 (MCF7), 均购于上海拜力生物科技有限公司。以紫杉醇为阳性对照 (其对5株细胞株的 IC_{50} 值分别为0.03、0.02、0.1、0.1、0.05 $\mu\text{mol/L}$)。化合物 **1** 对所选5株细胞的 IC_{50} 值分别为6.8、5.6、2.2、1.8、7.4 $\mu\text{mol/L}$, 具有较强的细胞毒活性。

参考文献

- [1] 中国药典 [S]. 一部. 2010.
- [2] 李明, 李艳芳, 孙永超, 等. 中药玫瑰花的研究进展 [J]. 卫生职业教育杂志, 2007, 25(8): 145-147.
- [3] Hu Q F, Zhou B, Huang J M, *et al.* Cytotoxic oxepinochromenone and flavonoids from the flower buds of *Rosa rugosa* [J]. *J Nat Prod*, 2013, 76(10): 1866-1871.
- [4] Thao N P, Luyen B T T, Jo S H, *et al.* Triterpenoid saponins from *Rosa rugosa* Thunb. as rat intestinal sucrase inhibitors [J]. *Arch Pharm Res*, 2014, 37(10): 1280-1285.
- [5] 刘红燕. 玫瑰花的化学成分研究 [J]. 天然产物研究与开发, 2013, 25(1): 47-49.
- [6] Ochir S, Park B, Nishizawa M, *et al.* Simultaneous determination of hydrolysable tannins in the petals of *Rosa rugosa* and allied plants [J]. *J Nat Med*, 2010, 64(3): 383-387.

- [7] Li Y K, Zhao Y L, Xiang N J, *et al.* Flavonoids from the leaves of *Nicotiana tabacum* and their anti-tobacco mosaic virus activity [J]. *Heterocycles*, 2014, 89(12): 2771-2776.
- [8] 胡喜兰, 朱 慧, 刘存瑞, 等. 凤仙花的化学成分研究 [J]. *中成药*, 2003, 25(10): 833-834.
- [9] 姚莉韵, 陆 阳. 木芙蓉叶化学成分研究 [J]. *中草药*, 2003, 34(3): 201-203.
- [10] 于德泉, 杨峻山. 分析化学手册 (第二分册) [M]. 第2版. 北京: 化学工业出版社, 1999.
- [11] Wu J N, Ma G X, Li H L, *et al.* Chemical constituents with antihyperlipidemic activities from *Desmodium triquetrum* [J]. *Chin Herb Med*, 2014, 6(4): 324-327.
- [12] 周立新, 丁 怡. 蜡树化学成分的研究 [J]. *中国中药杂志*, 2000, 25(9): 541-543.
- [13] Beninger C W, Hall J C. Allelopathic activity of luteolin 7-*O*- β -*D*-glucuronide isolated from *Chrysanthemum morifolium* L. [J]. *Biochem Syst Ecol*, 2005, 33(2): 103-111.
- [14] Hu Q F, Zhou B, Ye Y Q, *et al.* Cytotoxic deoxybenzoins and diphenylethylenes from *Arundina graminifolia* [J]. *J Nat Prod*, 2013, 76(10): 1854-1859.