

# 喙果皂帽花根的化学成分研究

王越<sup>1</sup>, 黄蓉丽<sup>1</sup>, 陈文豪<sup>1</sup>, 宋小平<sup>1</sup>, 陈光英<sup>1</sup>, 韩长日<sup>1,2\*</sup>

(1. 海南师范大学化学与化工学院, 热带药用植物化学教育部重点实验室, 海口 571158; 2. 海南科技职业学院药食同源植物资源海南省重点实验室, 海口 571126)

**摘要:** 为了解喙果皂帽花(*Dasymaschalon rostratum*)根的化学成分, 采用多种色谱技术从其根的乙醇提取物中分离得到 8 个化合物。通过波谱数据分析, 分别鉴定为: 花旗松素 (1)、(+)-儿茶素 (2)、毛蕊异黄酮 (3)、(-)-丁香树脂酚 (4)、(-)-皮树脂醇 (5)、lirioresinol A (6)、*N*-反式肉桂酸酐对羟基苯乙胺 (7)和羟基酪醇 (8)。所有化合物均为首次从该植物中获得。化合物 1~8 均无明显抗菌活性。

**关键词:** 喙果皂帽花; 化学成分; 抗菌活性

doi: 10.11926/jtsb.3830

## Chemical Constituents from the Roots of *Dasymaschalon rostratum*

WANG Yue<sup>1</sup>, HUANG Rong-li<sup>1</sup>, CHEN Wen-hao<sup>1</sup>, SONG Xiao-ping<sup>1</sup>, CHEN Guang-ying<sup>1</sup>, HAN Chang-ri<sup>1,2\*</sup>

(1. Key Laboratory of Tropical Medicinal Plant Chemistry of Ministry of Education, College of Chemistry and Chemical Engineering, Hainan Normal University, Haikou 571158, China; 2. Key Laboratory of Medicinal and Edible Plants Resources of Hainan Province, Hainan Institute of Science and Technology, Haikou 571126, China)

**Abstract:** To understand the chemical constituents from *Dasymaschalon rostratum*, eight compounds were obtained from its roots by multiple chromatographic separation techniques. On the basis of spectral data, their structures were identified as (+)-taxifolin (1), catechin (2), calycosin (3), (-)-syringaresinol (4), (-)-medioresinol (5), lirioresinol A (6), *N*-trans-cinnamoyltyramine (7), and hydroxytyrosol (8). All of the compounds were isolated from this plant for the first time. Compounds 1–8 showed no obvious antibacterial activities.

**Key words:** *Dasymaschalon rostratum*; Chemical constituent; Antibacterial activity

番荔枝科(Annonaceae)植物的根、茎和果实大多具有很好的药用价值, 在治疗风湿骨痛, 疮毒和抗肿瘤等方面有独特功效<sup>[1]</sup>。现代药理活性研究表明, 该科植物具有显著的抗肿瘤、抗菌、抗氧化以及抗炎镇痛等药理活性作用<sup>[2]</sup>。皂帽花属(*Dasymaschalon*)植物, 为灌木或小乔木, 全世界有 16 种, 分布于热带亚洲。我国有 3 种, 主要分布在云南、广东、广西和海南等地。研究表明, 皂帽花

属植物主要含生物碱、萜类、黄酮、番荔枝内脂和环己烯等成分, 其中部分化合物展现出了良好的抗肿瘤、抗菌、抗炎、抗病毒生物活性<sup>[3-6]</sup>。

喙果皂帽花(*Dasymaschalon rostratum* Merr.)又名白叶皂帽花, 为平均高度 8 m 的乔木, 主要分布在我国广东、广西、云南、西藏和海南等地, 常生于海拔 500~1 000 m 的山地密林中或山谷溪旁疏林中<sup>[7]</sup>。本实验室前期研究表明, 皂帽花提取物具有

收稿日期: 2017-09-29

接受日期: 2017-12-03

**基金项目:** 国家国际科技合作项目(2014DFA40850); 国家自然科学基金项目(21362009, 81360478); 海南省高等学校科研项目(Hnky2017-87)资助  
This work was supported by International S & T Cooperation Program of China (ISTCP) (Grant No.2014DFA40850), and the National Natural Science Foundation of China (Grant No. 21362009, 81360478); the Project for Scientific Research in Hainan Institution of Higher Learning (Grant No. Hnky2017-87).

**作者简介:** 王越, 女, 硕士研究生, 天然产物化学研究方向。E-mail: 1141671361@qq.com

\* 通信作者 Corresponding author. E-mail: hchr116@126.com

良好抗肿瘤、抗菌和抗 HIV 活性<sup>[8-10]</sup>。为进一步研究喙果皂帽花中具有优良生物活性的化学成分, 我们首次对喙果皂帽花根进行化学成分研究, 从中分离鉴定了 8 个化合物。所有化合物均为首次从该植物中分离得到, 并测定了所有化合物的抗菌活性。

## 1 材料和方法

### 1.1 仪器和材料

Bruker AV-400MHz 核磁共振仪(瑞士 Bruker 公司); Agilent 1260 半制备液相色谱(美国 Agilent 科技有限公司); Finnigan-MAT-95-MS 质谱仪(德国 Finnigan 公司); TopPetter 可调式移液器(北京大龙兴创实验仪器有限公司); 96 孔板; 锥形瓶; 酒精灯; 超净工作台; 酶标仪(ELx800); 接种针; 高温灭菌锅; 培养皿; 恒温振荡器; 培养基恒温培养箱。

Sephadex LH-20 葡聚糖 LH-20 凝胶(Amersham Biosciences 公司); 100~200、200~300 目柱层析用硅胶(青岛海洋化工厂分厂); 分析纯石油醚、乙酸乙酯、氯仿、丙酮、甲醇、乙醇; 色谱纯甲醇、乙腈。

供试细菌: 四联球菌(*Micrococcus tetragenus*, ATCC 13623)、蜡状芽孢杆菌(*Bacillus cereus*, ATCC 14579)、枯草芽孢杆菌(*B. subtilis*, ATCC 9372)、白色葡萄球菌(*Staphylococcus albus*, ATCC 8799)和大肠杆菌(*Escherichia coli*, ATCC 25922), 所有菌株均由中国海洋大学王长云教授馈赠。

材料于 2017 年 1 月采集于海南省昌江霸王岭国家森林公园, 经海南师范大学生命科学学院钟琼芯教授鉴定为番荔枝科皂帽花属植物喙果皂帽花(*Dasymaschalon rostratum* Merr.)植物的根, 标本保存于海南师范大学热带药用植物化学教育部重点实验室标本室。

### 1.2 提取和分离

喙果皂帽花根 4.96 kg, 阴干粉碎后, 用 90% 乙醇 25 L 浸泡 3 次, 每次 7 d, 合并浸泡液, 提取物用 3 L 水分散, 依次采用石油醚、乙酸乙酯等体积充分萃取, 合并浓缩得对应石油醚萃取部位 37.8 g、乙酸乙酯萃取部位 37.1 g。乙酸乙酯萃取部位经正相硅胶柱色谱分离, 用石油醚-乙酸乙酯[20 : 1, 10 : 1, 5 : 1, 3 : 1, 1 : 1 (V/V, 下同)]梯度洗脱, 而后用氯仿-甲醇(100 : 0, 20 : 1, 10 : 1, 4 : 1, 0 : 100)梯度洗脱得到 12 个馏分(Fr.1~Fr.12)。Fr.7 经硅胶柱

色谱石油醚-乙酸乙酯(9 : 1~1 : 9)梯度洗脱, 收集流份, 薄层色谱检查, 合并为 8 个亚组份(F7-1~F7-9)。F7-3 经凝胶柱色谱分离, 三氯甲烷-甲醇(1 : 1)洗脱, 得化合物 8 (14 mg)。F7-4 经高效液相色谱制备, 用乙腈-水(12 : 88)为流动相, 流速 3 mL min<sup>-1</sup>, 得化合物 7 (6 mg)。F7-6 经凝胶柱色谱分离, 三氯甲烷-甲醇(1 : 1)洗脱, 收集流份, 薄层色谱检查, 合并为 4 个亚组分(F7-6-1~F7-6-4), F7-6-2 经高效液相色谱制备, 用乙腈-水(62 : 38)为流动相, 流速 3 mL min<sup>-1</sup>, 得化合物 1 (18 mg)。F7-7 经高效液相色谱制备, 用乙腈-水(40 : 60)为流动相, 流速为 3 mL min<sup>-1</sup>, 得化合物 2 (5 mg)和 3 (8 mg)。F7-8 经凝胶柱色谱分离, 三氯甲烷-甲醇(1 : 1)洗脱, 收集流份, 薄层色谱检查, 合并为 3 个亚组分(F7-8-1~F7-8-3), F7-8-3 经高效液相色谱制备, 用乙腈-水(28 : 72)为流动相, 流速为 3 mL min<sup>-1</sup>, 得化合物 4 (42 mg)、5 (23 mg)和 6 (12 mg)。化合物 1~8 结构见图 1。

### 1.3 结构鉴定

(+)-花旗松素 [(+)-taxifolin, 1] 淡黄色针晶(CH<sub>3</sub>OH), ESI-MS *m/z*: 305 [M + H]<sup>+</sup>。<sup>1</sup>H NMR (CD<sub>3</sub>OD, 400 MHz): δ 6.96 (1H, d, *J* = 2.0 Hz, H-2'), 6.84 (1H, dd, *J* = 2.0, 8.0 Hz, H-6'), 6.80 (1H, d, *J* = 8.0 Hz, H-5'), 5.91 (1H, d, *J* = 2.0 Hz, H-6), 5.88 (1H, d, *J* = 2.0 Hz, H-8), 4.92 (1H, d, *J* = 11.6 Hz, H-2), 4.50 (1H, d, *J* = 11.6 Hz, H-3); <sup>13</sup>C NMR (CD<sub>3</sub>OD, 100 MHz): δ 85.1 (C-2), 73.7 (C-3), 198.3 (C-4), 165.3 (C-5), 97.4 (C-6), 169.0 (C-7), 96.3 (C-8), 164.5 (C-9), 101.8 (C-10), 129.9 (C-1'), 116.1 (C-2'), 146.3 (C-3'), 147.1 (C-4'), 115.9 (C-5'), 120.9 (C-6')。以上波谱数据与文献[11]报道基本一致, 故鉴定为(+)-花旗松素。

(+)-儿茶素 [(+)-catechin, 2] 白色粉末, ESI-MS *m/z*: 291 [M + H]<sup>+</sup>。<sup>1</sup>H NMR (DMSO-*d*<sub>6</sub>, 400 MHz): δ 6.71 (1H, d, *J* = 1.6 Hz, H-2'), 6.68 (1H, d, *J* = 8.0 Hz, H-5'), 6.59 (1H, dd, *J* = 1.6, 8.0 Hz, H-6'), 5.88 (1H, d, *J* = 2.4 Hz, H-8), 5.68 (1H, d, *J* = 2.4 Hz, H-6), 4.48 (1H, d, *J* = 7.6 Hz, H-2), 3.81 (1H, m, H-3), 2.65 (1H, dd, *J* = 5.6, 16.4 Hz, H-4a), 2.34 (1H, dd, *J* = 8.4, 16.4 Hz, H-4b); <sup>13</sup>C NMR (DMSO-*d*<sub>6</sub>, 100 MHz): δ 81.0 (C-2), 66.4 (C-3), 27.9 (C-4), 145.0 (C-5), 93.9 (C-6), 156.2 (C-7), 95.2 (C-8), 156.5 (C-9), 99.1 (C-10), 130.6 (C-1'), 115.2 (C-2'), 145.0 (C-3'),

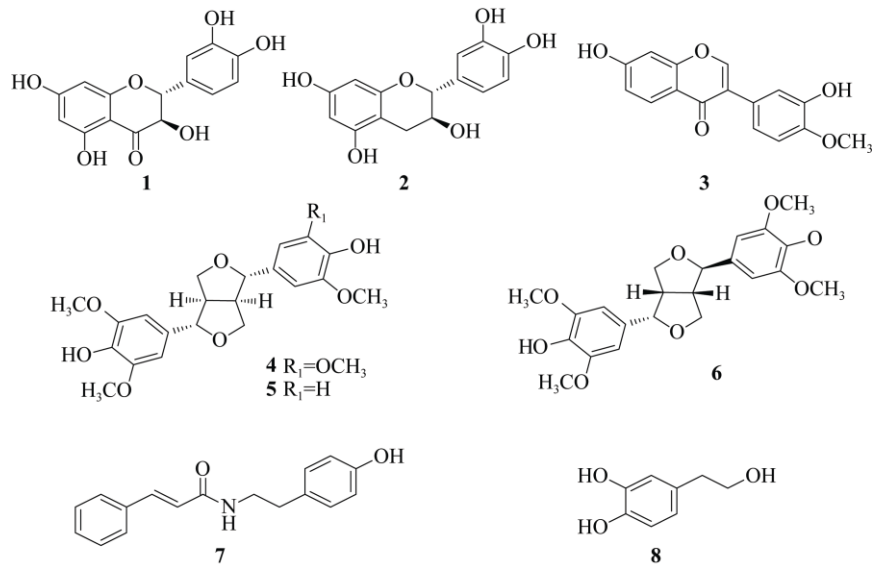


图 1 化合物 1~8 的化学结构

Fig. 1 Structures of compounds 1-8

155.4 (C-4'), 118.5 (C-5'), 114.6 (C-6')。以上波谱数据与文献[12]报道基本一致, 故鉴定为(+)-儿茶素。

**毛蕊异黄酮 (calycosin, 3)** 白色粉末, ESI-MS  $m/z$ : 285  $[M + H]^+$ 。 $^1H$  NMR (Acetone- $d_6$ , 400 MHz):  $\delta$  8.14 (1H, s, H-2), 8.05 (1H, d,  $J = 8.8$  Hz, H-5), 7.16 (1H, d,  $J = 2.0$  Hz, H-2'), 7.06 (1H, dd,  $J = 2.0, 8.4$  Hz, H-6'), 7.00 (1H, dd,  $J = 2.4, 8.8$  Hz, H-6), 6.98 (1H, d,  $J = 8.4$  Hz, H-5'), 6.89 (1H, d,  $J = 2.4$  Hz, H-8), 3.87 (3H, s, OCH<sub>3</sub>);  $^{13}C$  NMR (Acetone- $d_6$ , 100 MHz):  $\delta$  153.4 (C-2), 125.0 (C-3), 175.6 (C-4), 128.4 (C-5), 115.9 (C-6), 163.7 (C-7), 103.2 (C-8), 158.8 (C-9), 118.4 (C-10), 126.4 (C-1'), 116.9 (C-2'), 147.1 (C-3'), 148.3 (C-4'), 112.2 (C-5'), 121.1 (C-6'), 56.3 (OCH<sub>3</sub>)。以上波谱数据与文献[13]报道基本一致, 故鉴定为毛蕊异黄酮。

**(-)-丁香树脂酚 [(-)-syringaresinol, 4]** 无色针状晶体(CH<sub>3</sub>OH), ESI-MS  $m/z$ : 419  $[M + H]^+$ 。 $^1H$  NMR (Acetone- $d_6$ , 400 MHz):  $\delta$  6.68 (4H, s, H-2, 2', 6, 6'), 4.66 (2H, d,  $J = 4.4$  Hz, H-7, 7'), 4.23 (2H, dd,  $J = 6.8, 8.8$  Hz, H-9a, 9'a), 3.84 (2H, d,  $J = 3.6$  Hz, H-9b, 9'b), 3.83 (12H, s, OCH<sub>3</sub>×4), 3.10 (2H, m, H-8, 8');  $^{13}C$  NMR (Acetone- $d_6$ , 100 MHz):  $\delta$  133.2 (C-1, 1'), 104.4 (C-2, 2', 6, 6'), 148.7 (C-3, 3', 5, 5'), 136.2 (C-4, 4'), 86.8 (C-7, 7'), 55.3 (C-8, 8'), 72.3 (C-9, 9'), 56.6 (OCH<sub>3</sub>×4)。以上波谱数据与文献[14]报道基本一致, 故鉴定为(-)-丁香树脂酚。

**(-)-皮树脂醇 [(-)-medioresinol, 5]** 白色粉末, ESI-MS  $m/z$ : 389  $[M + H]^+$ 。 $^1H$  NMR (Acetone- $d_6$ , 400 MHz):  $\delta$  6.98 (1H, d,  $J = 1.6$  Hz, H-2), 6.83 (1H, dd,  $J = 1.6, 8.0$  Hz, H-6), 6.78 (1H, d,  $J = 8.0$  Hz, H-5), 6.68 (2H, s, H-2', 6'), 4.67 (2H, d,  $J = 4.4$  Hz, H-7, 7'), 4.20 (2H, m, H-9), 3.84 (3H, s, OCH<sub>3</sub>-3), 3.82 (6H, s, OCH<sub>3</sub>-3', 5'), 3.80 (2H, m, H-9'), 3.08 (2H, m, H-8, 8');  $^{13}C$  NMR (Acetone- $d_6$ , 100 MHz):  $\delta$  134.2 (C-1), 110.6 (C-2), 148.3 (C-3), 146.9 (C-4), 115.5 (C-5), 119.6 (C-6), 133.2 (C-1'), 104.4 (C-2', 6'), 148.7 (C-3', 5'), 136.2 (C-4'), 86.6 (C-7), 86.8 (C-7'), 55.2 (C-8), 55.3 (C-8'), 72.2 (C-9), 72.3 (C-9'), 56.2 (OCH<sub>3</sub>-3), 56.6 (OCH<sub>3</sub>-3', 5')。以上波谱数据与文献[15]报道基本一致, 故鉴定为(-)-皮树脂醇。

**lirioresinol A (6)** 淡黄色粉末, ESI-MS  $m/z$ : 419  $[M + H]^+$ 。 $^1H$  NMR (Acetone- $d_6$ , 400 MHz):  $\delta$  6.69 (4H, s, H-2, 2', 6, 6'), 4.82 (1H, d,  $J = 6.0$  Hz, H-7), 4.35 (1H, d,  $J = 6.8$  Hz, H-7'), 4.13 (1H, d,  $J = 9.6$  Hz, H-9a), 3.83 (6H, s, OCH<sub>3</sub>-3, 3'), 3.82 (6H, s, OCH<sub>3</sub>-5, 5'), 3.78 (1H, d,  $J = 2.8$  Hz, H-9'a), 3.45 (2H, m, H-9b, 9'b), 3.22 (2H, m, H-8, 8');  $^{13}C$  NMR (Acetone- $d_6$ , 100 MHz):  $\delta$  130.4 (C-1), 104.0 (C-2, 6), 148.6 (C-3, 5), 133.3 (C-4), 82.8 (C-7), 50.8 (C-8), 70.2 (C-9), 136.3 (C-1'), 104.4 (C-2', 6'), 148.7 (C-3', 5'), 136.2 (C-4'), 88.7 (C-7'), 55.7 (C-8'), 71.5 (C-9'), 56.6 (OCH<sub>3</sub>-3, 3', 5, 5')。以上波谱数据与文献[16]报

道基本一致, 故鉴定为 *lirioresinol A*。

***N*-反式肉桂酸酐对羟基苯乙胺 (*N-trans-cinnamoyltyramine*, **7**)** 白色粉末, ESI-MS  $m/z$ : 268  $[M + H]^+$ 。 $^1H$  NMR ( $CD_3OD$ , 400 MHz):  $\delta$  7.54 (3H, m, H-3', 4', 5'), 7.37 (3H, m, H-2', 6', 7'), 7.06 (2H, d,  $J = 8.4$  Hz, H-2, 6), 6.72 (2H, d,  $J = 8.4$  Hz, H-3, 5), 6.58 (1H, d,  $J = 16.0$  Hz, H-8'), 3.47 (2H, t,  $J = 7.2, 14.8$  Hz, H-8), 2.76 (2H, t,  $J = 7.6, 14.8$  Hz, H-7);  $^{13}C$  NMR ( $CD_3OD$ , 100 MHz):  $\delta$  131.3 (C-1), 130.7 (C-2, 6), 116.3 (C-3, 5), 157.0 (C-4), 35.8 (C-7), 42.6 (C-8), 168.6 (C-9), 136.3 (C-1'), 128.8 (C-2', 6'), 130.0 (C-3', 5'), 130.8 (C-4'), 141.6 (C-7'), 121.9 (C-8')。以上波谱数据与文献[17]报道基本一致, 故鉴定为 *N*-反式肉桂酸酐对羟基苯乙胺。

**羟基酪醇 (*hydroxytyrosol*, **8**)** 棕色油状, ESI-MS  $m/z$ : 155  $[M + H]^+$ 。 $^1H$  NMR ( $DMSO-d_6$ , 400 MHz):  $\delta$  6.60 (1H, d,  $J = 8.0$  Hz, H-5), 6.57 (1H, d,  $J = 2.0$  Hz, H-2), 6.42 (1H, dd,  $J = 2.0, 8.0$  Hz, H-6), 3.49 (2H, t,  $J = 7.2, 14.8$  Hz, H-8), 2.53 (2H, t,  $J = 7.2, 12.4$  Hz, H-7);  $^{13}C$  NMR ( $DMSO-d_6$ , 100 MHz):  $\delta$  130.2 (C-1), 115.4 (C-2), 145.0 (C-3), 143.4 (C-4), 116.3 (C-5), 119.5 (C-6), 38.6 (C-7), 62.7 (C-8)。以上波谱数据与文献[18]报道基本一致, 故鉴定为羟基酪醇。

#### 1.4 抗菌活性

采用微量稀释法<sup>[19]</sup>测定化合物 **1~8** 对四联球菌、蜡状芽孢杆菌、枯草芽孢杆菌、白色葡萄球菌和大肠杆菌等 5 株菌的抗菌活性, 阳性对照为环丙沙星, 阴性对照为  $DMSO$ 。结果表明, 所有化合物对 5 种测试菌株均无明显抑制作用。

## 2 结果和讨论

本研究采用多种分离方法结合光谱波谱鉴定技术, 从喙果皂帽花根中分离得到 8 个化合物, 分别是花旗松素 (**1**)、(+)-儿茶素 (**2**)、毛蕊异黄酮 (**3**)、(-)-丁香树脂酚 (**4**)、(-)-皮树脂醇 (**5**)、*lirioresinol A* (**6**)、*N*-反式肉桂酸酐对羟基苯乙胺 (**7**)和羟基酪醇 (**8**), 化合物 **1~8** 均为首次从该植物中分离得到。化合物 **1~8** 对四联球菌、蜡状芽孢杆菌、枯草芽孢杆菌、白色葡萄球菌和大肠杆菌 5 种菌均无明显抑制作用。

花旗松素 (**1**)对 Moloney 鼠白血球增多症病毒反转录酶表现出极高的抑制效应<sup>[20]</sup>。(+)儿茶素 (**2**)可以抑制皮肤、肺、肝、小肠、结肠、膀胱癌等的发生<sup>[21]</sup>。毛蕊异黄酮 (**3**)低浓度( $<16 \text{ mol L}^{-1}$ )可以促进 ER 阳性的乳腺癌 MCF-7 细胞增殖, 并且能够减少细胞早期凋亡率的发生, 高浓度可抑制 MCF-7 和 T-47D 细胞生长<sup>[22]</sup>。羟基酪醇 (**8**)具有的强抗氧化能力, 既可以高效地清除内源性和外源性的自由基与氧化物, 又可以抑制不饱和脂肪酸的氧化, 作为一种优良抗氧化活性的酚类化合物已被广泛应用在诸多领域<sup>[23]</sup>。

本研究丰富了喙果皂帽花的化学成分组成, 为喙果皂帽花药用的进一步开发与利用提供了科学依据。

#### 参考文献

- [1] HU C M, WU J H. Progress in study of flavonoids from Annonaceae and biological activities of these compounds [J]. *China J Chin Mat Med*, 2007, 32(9): 765-770. doi: 10.3321/j.issn:1001-5302.2007.09.001. 胡春梅, 吴久鸿. 番荔枝科植物之黄酮类化合物及其生物活性研究进展 [J]. *中国中药杂志*, 2007, 32(9): 765-770. doi: 10.3321/j.issn:1001-5302.2007.09.001.
- [2] YANG S L, YU J G, XU L Z. Chemical constituents of annonaceae plants and their antitumor activities [J]. *Acta Acad Med Sin*, 2000, 22(4): 376-382. 杨世林, 余竟光, 徐丽珍. 番荔枝科植物化学成分及其抗肿瘤活性 [J]. *中国医学科学院学报*, 2000, 22(4): 376-382.
- [3] LIU Y L, HO D K, CASSADY J M, et al. Dasytrichone, a novel flavone from *Dasymaschalon trichophorum* with cancer chemopreventive potential [J]. *Nat Prod Lett*, 1992, 1(3): 161-165. doi: 10.1080/10575639208048906.
- [4] SINZ A, MATUSCH R, SANTISUK T, et al. Flavonol glycosides from *Dasymaschalon sootepense* [J]. *Phytochemistry*, 1998, 47(7): 1393-1396. doi: 10.1016/S0031-9422(97)00719-X.
- [5] PRAWAT U, CHAIRERK O, LENTHAS R, et al. Two new cycloartane-type triterpenoids and one new flavanone from the leaves of *Dasymaschalon dasymaschalum* and their biological activity [J]. *Phytochem Lett*, 2013, 6(2): 286-290. doi: 10.1016/j.phytol.2013.03.002.
- [6] HONGTHONG S, KUHAKARN C, JAIPETCH T, et al. Polyoxygenated cyclohexene derivatives isolated from *Dasymaschalon sootepense* and their biological activities [J]. *Fitoterapia*, 2015, 106: 158-166. doi: 10.1016/j.fitote.2015.09.001.

- [7] Deletis Florae Reipublicae Popularis Sinicae Agendae Academiae Sinicae Edita. Flora Reipublicae Popularis Sinicae, Tomus 2 [M]. Beijing: Science Press, 1959: 30.  
中国科学院中国植物志编辑委员会. 中国植物志, 第 2 卷 [M]. 北京: 科学出版社, 1959: 30.
- [8] LI X B, CHEN G Y, SONG X P, et al. Composition and antitumor activities of essential oil from the fruits of *Dasymaschalon trichophorum* [J]. J Chin Med Mat, 2013, 36(11): 1786–1788. doi: 10.13863/j.issn1001-4454.2013.11.038.  
李小宝, 陈光英, 宋小平, 等. 皂帽花果实挥发油成分及抗肿瘤活性研究 [J]. 中药材, 2013, 36(11): 1786–1788. doi: 10.13863/j.issn1001-4454.2013.11.038.
- [9] SONG H W, SONG X M, HAN C R, et al. GC-MS analysis and bioactivity of essential oil from *Dasymaschalon rostratum* [J]. Chin J Exp Trad Med Form, 2013, 19(16): 132–136. doi: 10.11653/syfy2013160132.  
宋煌旺, 宋鑫明, 韩长日, 等. 喙果皂帽花挥发油 GC-MS 分析及活性研究 [J]. 中国实验方剂学杂志, 2013, 19(16): 132–136. doi: 10.11653/syfy2013160132.
- [10] Research and Technology Co., Ltd., Indiana University, Hainan Normal University. Extracts of Medicinal Plant and Uses Thereof: CN, CN102724990A [P]. 2012–10–10.  
印第安纳大学研究及科技有限公司, 海南师范大学. 药用植物的提取物及其应用: 中国, CN102724990A [P]. 2012–10–10.
- [11] ABDULLAH N H, SALIM F, AHMAD R. Chemical constituents of malaysian *U. cordata* var. *ferruginea* and their *in vitro*  $\alpha$ -glucosidase inhibitory activities [J/OL]. Molecules, 2016, 21(5): 525. doi: 10.3390/molecules21050525.
- [12] HOU A J, LIU Y Z, YANG H, et al. Hydrolyzable tannins and related polyphenols from *Eucalyptus globulus* [J]. J Asian Nat Prod Res, 2000, 2(3): 205–212. doi: 10.1080/10286020008039912.
- [13] KULESH N I, VASILEVSKAYA N A, VESELOVA M V, et al. Minor polyphenols from *Maackia amurensis* wood [J]. Chem Nat Compd, 2008, 44(6): 712–714. doi: 10.1007/s10600-009-9195-3.
- [14] LI X R, LUO Y H, HE J, et al. Phenolic constituents and antioxidant activity of *Eleocharis tuberosa* peels [J]. Nat Prod Res Dev, 2013, 25(12): 1615–1620. doi: 10.16333/j.1001-6880.2013.12.010.  
李行任, 罗杨合, 何隽, 等. 荸荠皮酚性成分及其抗氧化活性研究 [J]. 天然产物研究与开发, 2013, 25(12): 1615–1620. doi: 10.16333/j.1001-6880.2013.12.010.
- [15] JIANG Y P, LIU Y F, GUO Q L, et al. Lignanoids from an aqueous extract of the roots of *Codonopsis pilosula* [J]. Acta Pharm Sin, 2016, 51(4): 616–625. doi: 10.16438/j.0513-4870.2015-0874.  
蒋跃平, 刘玉凤, 郭庆兰, 等. 党参水提取物中的木脂素类化学成分 [J]. 药学报, 2016, 51(4): 616–625. doi: 10.16438/j.0513-4870.2015-0874.
- [16] XU M M, DUAN Y H, XIAO H H, et al. Lignans isolated from stems of *Sambucus williamsii* and their proliferation effects on UMR106 cells [J]. China J Chin Mat Med, 2014, 39(14): 2684–2688. doi: 10.4268/cjcm20141418.  
许蒙蒙, 段营辉, 肖辉辉, 等. 接骨木中的木脂素类化学成分及其对 UMR106 细胞增殖作用的影响 [J]. 中国中药杂志, 2014, 39(14): 2684–2688. doi: 10.4268/cjcm20141418.
- [17] YANG G Z, ZHAO S, LI Y C. Studies on the chemical constituents of *Lycianthes biflora* [J]. Acta Pharm Sin, 2002, 37(6): 437–439. doi: 10.3321/j.issn:0513-4870.2002.06.010.  
杨光忠, 赵松, 李援朝. 红丝线化学成分的研究 [J]. 药学报, 2002, 37(6): 437–439. doi: 10.3321/j.issn:0513-4870.2002.06.010.
- [18] PARK C H, KIM K H, LEE I K, et al. Phenolic constituents of *Acorus gramineus* [J]. Arch Pharm Res, 2011, 34(8): 1289–1296. doi: 10.1007/s12272-011-0808-6.
- [19] ZHANG Y X, ZHU D M, ZHOU L, et al. Comparison of the *in vitro* antibacterial activity of 15 cephalosporins [J]. Chin J Anti-biol, 1983(1): 16–23. doi: 10.13461/j.cnki.cja.000550.  
张永信, 朱德妹, 周乐, 等. 15 种头孢菌素体外抗菌活性的比较 [J]. 抗生素, 1983(1): 16–23. doi: 10.13461/j.cnki.cja.000550.
- [20] CHU S C, HSIEH Y S, LIN J Y. Inhibitory effects of flavonoids on moloney murine leukemia virus reverse transcriptase activity [J]. J Nat Prod, 1992, 55(2): 179–183. doi: 10.1021/np50080a005.
- [21] KHAN N, MUKHTAR H. Multitargeted therapy of cancer by green tea polyphenols [J]. Cancer Lett, 2008, 269(2): 269–280. doi: 10.1016/j.canlet.2008.04.014.
- [22] CHEN J, LIU L T, HOU R L, et al. Calycosin promotes proliferation of estrogen receptor-positive cells via estrogen receptors and ERK1/2 activation *in vitro* and *in vivo* [J]. Cancer Lett, 2011, 308(2): 144–151. doi: 10.1016/j.canlet.2011.04.022.
- [23] PARKINSON L, CICERALE S. The health benefiting mechanisms of virgin olive oil phenolic compounds [J/OL]. Molecules, 2016, 21(12): 1734. doi: 10.3390/molecules21121734.