

刺叶锦鸡儿地上部分的黄酮类成分

潘 兰^{1,①}, 史梦香¹, 开丽比努尔·麦麦提¹, 马国需²

(1. 新疆医科大学中医学院, 新疆 乌鲁木齐 830017; 2. 中国医学科学院北京协和医学院 药用植物研究所, 北京 100193)

摘要: 采用多种色谱和现代波谱技术对刺叶锦鸡儿(*Caragana acanthophylla* Kom.)地上部分的黄酮类成分进行分离、纯化和鉴定。结果显示:共获得12个黄酮类化合物,分别为3-甲醚山柰酚(1)、5,7,4'-三羟基-3,3'-二甲氧基黄酮(2)、芒柄花苷(3)、7,3'-二羟基-5'-甲氧基异黄酮(4)、5,7,2',4'-四羟基异黄酮(5)、香豌豆酚(6)、3',7-二羟基-4',8-二甲氧基异黄酮(7)、圣草酚(8)、柚皮苷(9)、3-去氧苏木查尔酮(10)、4 β -carboxymethyl-(-)-epicatechin methyl ester(11)、表儿茶素(12)。这些化合物均首次从刺叶锦鸡儿中分离得到,化合物5、7和9~11首次从锦鸡儿属(*Caragana* Fabr.)中分离得到。

关键词: 刺叶锦鸡儿; 黄酮类成分; 分离纯化; 结构鉴定

中图分类号: Q946.8; R284.1 文献标志码: A 文章编号: 1674-7895(2025)06-0114-04

DOI: 10.3969/j.issn.1674-7895.2025.06.14

Flavonoids from the aerial parts of *Caragana acanthophylla* PAN Lan^{1,①}, SHI Mengxiang¹, Kailibinur MAIMAIT¹, MA Guoxu² (1. College of Traditional Chinese Medicine of Xinjiang Medical University, Urumqi 830017, China; 2. Institute of Medicinal Plant Development, Chinese Academy of Medical Sciences, Peking Union Medical College, Beijing 100193, China), *J. Plant Resour. & Environ.*, 2025, 34(6): 114-117

Abstract: The isolation, purification, and identification of flavonoids from the aerial parts of *Caragana acanthophylla* Kom. were carried out using multiple chromatographic and modern spectroscopic techniques. The results show that a total of 12 flavonoid compounds are obtained, viz. 3-methylkaempferol (1), 5,7,4'-trihydroxy-3,3'-dimethoxyflavone (2), ononin (3), 7,3'-dihydroxy-5'-methoxyisoflavone (4), 5,7,2',4'-tetrahydroxyisoflavone (5), orobol (6), 3',7-dihydroxy-4',8-dimethoxyisoflavone (7), eriodictyol (8), naringin (9), 3-deoxysappanchalcone (10), 4 β -carboxymethyl-(-)-epicatechin methyl ester (11), epicatechin (12), respectively. All these compounds are isolated from *C. acanthophylla* for the first time, and compounds 5, 7 and 9-11 are isolated from *Caragana* Fabr. for the first time.

Key words: *Caragana acanthophylla* Kom.; flavonoids; isolation and purification; structural identification

刺叶锦鸡儿(*Caragana acanthophylla* Kom.)为豆科(Fabaceae)锦鸡儿属(*Caragana* Fabr.)多年生落叶灌木,主要分布在新疆北部^[1]。该种的根可入药,具有活血、祛风、利尿、消肿等功效^[1];其余部分多被抛弃,并未得到充分利用。

笔者所在研究团队在前期研究中发现,刺叶锦鸡儿的地上部分含有大量黄酮类成分,含量可达1.4%^[2]。为进一步探究刺叶锦鸡儿地上部分的黄酮类成分组成,采用多种色谱和现代波谱技术对刺叶锦鸡儿地上部分的黄酮类成分进行分离鉴定,以期对刺叶锦鸡儿的综合研发应用提供基础资料。

1 材料和方法

1.1 材料

实验用刺叶锦鸡儿地上部分于2014年6月采自新疆维吾

尔自治区乌鲁木齐红雁池,经新疆维吾尔自治区药物研究院王果平研究员鉴定,凭证标本(采集号J2014026)储存于新疆维吾尔自治区药物研究院标本室。

主要仪器和试剂:Avance DRX-600核磁共振仪(德国Bruker公司);2535半制备液相色谱仪(美国Waters公司);Q Exactive HFX质谱仪(美国Thermo Fisher Scientific公司);Pack ODS A型色谱柱(10 mm×250 mm,5 μ m,日本YMC公司);100~200目和200~300目柱层析硅胶(山东青岛海洋化工厂分厂);MCI GEL CHP20/P120高孔聚合物(日本三菱化学株式会社);Sephadex LH-20葡聚糖凝胶(40~70 μ m,瑞典Pharmacia Biotech AB公司);液相分析用试剂为色谱纯,其余试剂均为分析纯。

1.2 方法

将采集的新鲜刺叶锦鸡儿地上部分切碎,自然晾干后置

收稿日期: 2025-05-27

基金项目: 新疆维吾尔自治区高校科研项目(JEDU2024P050); 新疆维吾尔自治区重点研发项目(2024B03019-3)

作者简介: 潘 兰(1984—),女,四川射洪人,博士,副研究员,主要从事天然药物化学及中药和民族药质量标准研究。

①通信作者 E-mail: panlan_sc@126.com

引用格式: 潘 兰, 史梦香, 开丽比努尔·麦麦提, 等. 刺叶锦鸡儿地上部分的黄酮类成分[J]. 植物资源与环境学报, 2025, 34(6): 114-117.

于阴凉、干燥处保存、备用。取干燥样品 20 kg,按照质液比 1:8 加入体积分数 80%乙醇溶液,搅拌均匀后浸泡过夜,并进行加热回流提取,共提取 3 次,每次 2 h;合并提取液,经减压浓缩和干燥,得到粗提物 1.2 kg。将粗提物用 2.4 L 蒸馏水分散,依次用等体积的石油醚、二氯甲烷、乙酸乙酯、正丁醇进行萃取,得到石油醚萃取物 53 g、二氯甲烷萃取物 86 g、乙酸乙酯萃取物 88 g、正丁醇萃取物 144 g。

取 80 g 乙酸乙酯萃取物进行硅胶柱层析,用二氯甲烷-甲醇溶液(体积比 100:1~10:1)进行梯度洗脱,得到 10 个馏分(E1 至 E10)。E1(6.3 g)经硅胶柱层析,用石油醚-乙酸乙酯溶液(体积比 50:1~2:1)进行梯度洗脱,得到 6 个组分(E1a 至 E1f)。E1c(0.68 g)经半制备液相色谱仪纯化,流动相为甲醇-水溶液(体积比 46:54),得到化合物 5(6 mg)和 11(4 mg)。E1d(0.92 g)经半制备液相色谱仪纯化,流动相为甲醇-水溶液(体积比 45:55),得到化合物 4(4 mg)和 12(2 mg)。E1f(2.64 g)经 Sephadex LH-20 柱层析,用甲醇进行洗脱,得到 4 个亚组分(E1f1 至 E1f4)。E1f2(0.12 g)经半制备液相色谱仪纯化,流动相为甲醇-水溶液(体积比 45:55),得到化合物 1(3 mg)。E5(3.3 g)经半制备液相色谱仪纯化,流动相为甲醇-水溶液(体积比 42:58),得到化合物 8(1 mg)。E7(2.8 g)经半制备液相色谱仪纯化,流动相为甲醇-水溶液(体积比 42:58),得到化合物 10(2 mg)。E9(3.5 g)经半制备液相色谱仪纯化,流动相为甲醇-水溶液(体积比 45:55),得到化合物 9(3 mg)。

取 140 g 正丁醇提取物进行硅胶柱层析,用二氯甲烷-甲醇溶液(体积比 60:1~3:1)进行梯度洗脱,得到 10 个馏分(B1 至 B10)。B1(5.6 g)经 MCI GEL CHP20/P120 高孔聚合物分离,流动相为甲醇-水溶液(体积比 30:70~70:30),得到 4 个组分(B1a 至 B1d)。B1b(1.23 g)经半制备液相色谱纯化,流动相为甲醇-水溶液(体积比 55:45),得到化合物 7(7 mg)。B1d(0.87 g)经半制备液相色谱纯化,流动相为甲醇-水溶液(体积比 75:25),得到化合物 2(4 mg)。B6(5.0 g)经 MCI GEL CHP20/P120 高孔聚合物分离,流动相为甲醇-水溶液(体积比 40:60~60:40),得到 3 个组分(B6a 至 B6c)。B6c(1.35 g)经半制备液相色谱纯化,流动相为甲醇-水溶液(体积比 55:45),得到化合物 3(6 mg)和 6(8 mg)。

2 结果和分析

化合物 1 黄色粉末,HR-ESI-MS m/z :299.055 6[M-H]⁻(计算值 299.055 0),推断分子式为 C₁₆H₁₂O₆。¹H-NMR(DMSO-*d*₆,600 MHz)δ:7.95(2H,d,*J*=9.0 Hz,H-2',6'),6.95(2H,d,*J*=9.0 Hz,H-3',5'),6.44(1H,d,*J*=1.8 Hz,H-8),6.19(1H,d,*J*=1.8 Hz,H-6),3.78(3H,s,3-OCH₃)¹³C-NMR(DMSO-*d*₆,150 MHz)δ:177.9(C-4),164.2(C-7),161.3(C-5),160.2(C-4'),156.4(C-9),155.7(C-2),137.6(C-3),

130.2(C-2',6'),122.2(C-1'),115.7(C-3',5'),104.2(C-10),98.6(C-6),93.8(C-8),59.8(3-OCH₃)。以上数据与文献[3]报道基本一致,故鉴定化合物 1 为 3-甲醚山柰酚(3-methylkaempferol)。

化合物 2 黄色粉末,HR-ESI-MS m/z :293.065 0[M-H]⁻(计算值 293.065 6),推断分子式为 C₁₇H₁₄O₇。¹H-NMR(DMSO-*d*₆,600 MHz)δ:7.64(1H,d,*J*=1.8 Hz,H-2'),7.58(1H,dd,*J*=8.4,1.8 Hz,H-6'),6.97(1H,d,*J*=8.4 Hz,H-5'),6.47(1H,d,*J*=2.0 Hz,H-8),6.20(1H,d,*J*=2.0 Hz,H-6),3.86(3H,s,3'-OCH₃),3.80(3H,s,3-OCH₃)¹³C-NMR(DMSO-*d*₆,150 MHz)δ:178.0(C-4),164.5(C-7),161.4(C-5),156.5(C-9),155.6(C-2),149.9(C-3'),147.6(C-4'),137.8(C-3),122.3(C-6'),120.7(C-1'),115.8(C-5'),112.0(C-2'),104.3(C-10),98.8(C-8),93.9(C-6),59.9(3-OCH₃),55.8(3'-OCH₃)。以上数据与文献[4]报道基本一致,故鉴定化合物 2 为 5,7,4'-三羟基-3,3'-二甲氧基黄酮(5,7,4'-trihydroxyl-3,3'-dimethoxyflavone)。

化合物 3 黄色粉末,HR-ESI-MS m/z :429.108 0[M-H]⁻(计算值 429.118 0),推断分子式为 C₂₂H₂₂O₉。¹H-NMR(DMSO-*d*₆,600 MHz)δ:8.46(1H,s,H-2),8.07(1H,d,*J*=9.0 Hz,H-5),7.54(2H,d,*J*=8.4 Hz,H-2',6'),7.25(1H,d,*J*=2.4 Hz,H-8),7.16(1H,brd,*J*=9.0 Hz,H-6),7.01(2H,d,*J*=8.4 Hz,H-3',5'),3.79(3H,s,4'-OCH₃)¹³C-NMR(DMSO-*d*₆,150 MHz)δ:174.8(C-4),161.5(C-7),159.1(C-4'),157.2(C-9),153.8(C-2),130.5(C-8),130.2(C-2',6'),127.1(C-5),124.1(C-1'),123.5(C-3),118.5(C-10),115.8(C-6),113.7(C-3',5'),100.0(C-1''),77.3(C-5''),76.6(C-3''),73.2(C-2''),69.7(C-4''),60.7(C-6''),55.3(4'-OCH₃)。以上数据与文献[5]报道基本一致,故鉴定化合物 3 为 芒柄花苷(ononin)。

化合物 4 淡黄色粉末,HR-ESI-MS m/z :283.059 4[M-H]⁻(计算值 283.060 1),推断分子式为 C₁₆H₁₂O₅。¹H-NMR(CD₃OD,600 MHz)δ:8.13(1H,s,H-2),8.05(1H,d,*J*=8.8 Hz,H-5),7.04(1H,t,*J*=1.8 Hz,H-4'),6.97(2H,s,H-2',H-6'),6.93(1H,dd,*J*=8.8,2.3 Hz,H-6),6.86(1H,d,*J*=2.3 Hz,H-8),3.89(3H,s,5'-OCH₃)¹³C-NMR(CD₃OD,150 MHz)δ:178.0(C-4),165.0(C-7),159.8(C-9),154.8(C-2),149.2(C-5'),147.4(C-3'),128.5(C-5),126.2(C-3),125.8(C-1'),121.6(C-6'),118.1(C-10),117.4(C-4'),116.6(C-6),112.6(C-2'),103.2(C-8),56.4(5'-OCH₃)。以上数据与文献[6]报道基本一致,故鉴定化合物 4 为 7,3'-二羟基-5'-甲氧基异黄酮(7,3'-dihydroxyl-5'-methoxyisoflavone)。

化合物 5 淡黄色粉末,HR-ESI-MS m/z :285.040 6[M-H]⁻(计算值 285.039 4),推断分子式为 C₁₅H₁₀O₆。¹H-NMR(CD₃OD,600 MHz)δ:8.00(1H,s,H-2),7.05(1H,d,*J*=8.4 Hz,H-6'),6.30~6.42(3H,overlap,H-8,3',5'),6.26(1H,d,

$J=2.4$ Hz, H-6); $^{13}\text{C-NMR}$ (CD_3OD , 150 MHz) δ : 182.6 (C-4), 166.0 (C-7), 163.6 (C-5), 160.2 (C-4'), 159.7 (C-9), 157.9 (C-2'), 156.4 (C-2), 131.3 (C-6'), 123.8 (C-3), 110.9 (C-1'), 106.3 (C-5'), 104.5 (C-10), 100.1 (C-3'), 99.2 (C-6), 94.8 (C-8)。以上数据与文献[7]报道基本一致,故鉴定化合物 5 为 5, 7, 2', 4'-四羟基异黄酮 (5, 7, 2', 4'-tetrahydroxyisoflavone)。

化合物 6 淡黄色粉末, HR-ESI-MS m/z : 286.038 4 [M-H]⁻ (计算值 286.039 4), 推断分子式为 $\text{C}_{15}\text{H}_{10}\text{O}_6$ 。 $^1\text{H-NMR}$ ($\text{DMSO}-d_6$, 600 MHz) δ : 8.29 (1H, s, H-2), 6.98 (1H, d, $J=1.8$ Hz, H-2'), 6.80 (1H, dd, $J=8.4, 1.8$ Hz, H-6'), 6.76 (1H, d, $J=8.4$ Hz, H-5'), 6.37 (1H, d, $J=2.2$ Hz, H-8), 6.21 (1H, d, $J=2.2$ Hz, H-6); $^{13}\text{C-NMR}$ ($\text{DMSO}-d_6$, 150 MHz) δ : 180.4 (C-4), 164.4 (C-7), 162.1 (C-5), 157.7 (C-9), 154.1 (C-2), 145.7 (C-3'), 145.0 (C-4'), 122.5 (C-1'), 121.7 (C-3), 120.1 (C-6'), 116.7 (C-5'), 115.5 (C-2'), 104.6 (C-10), 99.1 (C-6), 93.8 (C-8)。以上数据与文献[8]报道基本一致,故鉴定化合物 6 为香豌豆酚 (orobol)。

化合物 7 淡黄色粉末, HR-ESI-MS m/z : 313.069 8 [M-H]⁻ (计算值 313.070 7), 推断分子式为 $\text{C}_{17}\text{H}_{14}\text{O}_6$ 。 $^1\text{H-NMR}$ ($\text{DMSO}-d_6$, 600 MHz) δ : 8.36 (1H, s, H-2), 7.71 (1H, d, $J=9.0$ Hz, H-5), 7.03 (1H, brs, H-2'), 6.96 (1H, d, $J=9.0$ Hz, H-6), 6.94 (1H, brs, H-5'), 6.93 (1H, brs, H-6'), 3.86 (3H, s, 8-OCH₃), 3.77 (3H, s, 4'-OCH₃); $^{13}\text{C-NMR}$ ($\text{DMSO}-d_6$, 150 MHz) δ : 174.8 (C-4), 157.7 (C-7), 154.9 (C-9), 153.5 (C-2), 148.0 (C-4'), 146.5 (C-3'), 134.8 (C-8), 129.7 (C-6'), 127.6 (C-5), 124.4 (C-3), 123.7 (C-1'), 117.2 (C-10), 116.9 (C-5'), 115.9 (C-6), 111.9 (C-2'), 61.3 (8-OCH₃), 56.2 (4'-OCH₃)。以上数据与文献[9]报道基本一致,故鉴定化合物 7 为 3', 7-二羟基-4', 8-二甲氧基异黄酮 (3', 7-dihydroxy-4', 8-dimethoxyisoflavone)。

化合物 8 淡黄色粉末, HR-ESI-MS m/z : 287.054 4 [M-H]⁻ (计算值 287.055 0), 推断分子式为 $\text{C}_{15}\text{H}_{12}\text{O}_6$ 。 $^1\text{H-NMR}$ (CD_3OD , 600 MHz) δ : 6.89 (1H, d, $J=1.2$ Hz, H-2'), 6.78 (1H, d, $J=7.8$ Hz, H-6'), 6.77 (1H, d, $J=7.8$ Hz, H-5'), 5.88 (1H, d, $J=2.2$ Hz, H-8), 5.86 (1H, d, $J=2.2$ Hz, H-6), 5.27 (1H, dd, $J=12.8, 3.1$ Hz, H-2), 3.05 (1H, dd, $J=17.1, 12.8$ Hz, H-3), 2.68 (1H, dd, $J=17.1, 3.1$ Hz, H-3); $^{13}\text{C-NMR}$ (CD_3OD , 150 MHz) δ : 197.8 (C-4), 168.3 (C-7), 165.5 (C-5), 164.9 (C-9), 146.9 (C-4'), 146.5 (C-3'), 131.8 (C-1'), 119.2 (C-6'), 116.2 (C-5'), 114.7 (C-2'), 103.3 (C-10), 97.0 (C-6), 96.2 (C-8), 80.5 (C-3), 44.1 (C-2)。以上数据与文献[10]报道基本一致,故鉴定化合物 8 为圣草酚 (eriodictyol)。

化合物 9 淡黄色粉末, HR-ESI-MS m/z : 579.170 0 [M-H]⁻ (计算值 579.170 8), 推断分子式为 $\text{C}_{27}\text{H}_{32}\text{O}_{14}$ 。 $^1\text{H-NMR}$ (CD_3OD , 600 MHz) δ : 7.33 (2H, d, $J=8.1$ Hz, H-2', 6'), 6.83

(2H, d, $J=8.1$ Hz, H-3', 5'), 6.19 (1H, d, $J=2.2$ Hz, H-8), 6.17 (1H, d, $J=2.2$ Hz, H-6), 5.40 (1H, dd, $J=12.6, 2.4$ Hz, H-2), 5.26 (1H, d, $J=1.8$ Hz, Rha-C-1), 5.13 (1H, d, $J=8.4$ Hz, Glc-C-1); $^{13}\text{C-NMR}$ (CD_3OD , 150 MHz) δ : 198.5 (C-4), 166.6 (C-7), 165.0 (C-5), 164.6 (C-9), 159.1 (C-4'), 130.6 (C-1'), 129.1 (C-2', 6'), 116.3 (C-3', 5'), 104.9 (C-10), 102.6 (Glc-C-1), 99.3 (Rha-C-1), 97.8 (C-6), 96.7 (C-8), 80.7 (C-2), 79.2 (Glc-C-2), 78.9 (Glc-C-3), 78.1 (Glc-C-5), 73.9 (Rha-C-4), 72.2 (Rha-C-2), 71.2 (Rha-C-3), 70.0 (Glc-C-4), 68.2 (Rha-C-5), 62.6 (Glc-C-6), 44.2 (C-3), 18.0 (Rha-C-6)。以上数据与文献[11]报道基本一致,故鉴定化合物 9 为柚皮苷 (naringin)。

化合物 10 淡黄色粉末, HR-ESI-MS m/z : 269.081 2 [M-H]⁻ (计算值 269.080 8), 推断分子式为 $\text{C}_{16}\text{H}_{14}\text{O}_4$ 。 $^1\text{H-NMR}$ (CD_3OD , 600 MHz) δ : 7.58 (1H, d, $J=8.4$ Hz, H-6'), 7.56 (1H, d, $J=15.6$ Hz, H- β), 7.51 (2H, d, $J=8.6$ Hz, H-2, 6), 7.41 (1H, d, $J=15.6$ Hz, H- α), 6.82 (2H, d, $J=8.6$ Hz, H-3, 5), 6.52 (1H, d, $J=2.2$ Hz, H-3'), 6.45 (1H, dd, $J=8.4, 2.2$ Hz, H-5'), 3.89 (3H, s, 2'-OCH₃); $^{13}\text{C-NMR}$ (CD_3OD , 150 MHz) δ : 193.1 (C=O), 164.6 (C-2'), 162.5 (C-4'), 161.2 (C-4), 144.1 (C- β), 133.7 (C-6'), 131.4 (C-2, 6), 128.1 (C-1), 125.1 (C- α), 121.8 (C-1'), 116.9 (C-3, 5), 108.9 (C-5'), 100.2 (C-3'), 56.1 (2'-OCH₃)。以上数据与文献[12]报道基本一致,故鉴定化合物 10 为 3-去氧苏木查尔酮 (3-deoxysappanchalcone)。

化合物 11 无色粉末, HR-ESI-MS m/z : 361.090 6 [M-H]⁻ (计算值 361.091 8), 推断分子式为 $\text{C}_{18}\text{H}_{18}\text{O}_8$ 。 $^1\text{H-NMR}$ (CD_3OD , 600 MHz) δ : 6.97 (1H, d, $J=1.8$ Hz, H-2'), 6.80 (1H, dd, $J=8.4, 1.8$ Hz, H-6'), 6.77 (1H, d, $J=8.4$ Hz, H-5'), 5.95 (1H, d, $J=1.8$ Hz, H-8), 5.91 (1H, d, $J=1.8$ Hz, H-6), 4.82 (1H, s, H-2), 3.88 (1H, s, H-3), 3.70 (3H, s, 2''-OCH₃), 3.38 (1H, m, H-4), 3.04 (1H, m, H-1''), 2.41 (1H, m, H-1''); $^{13}\text{C-NMR}$ (CD_3OD , 150 MHz) δ : 174.8 (C-2''), 158.7 (C-10), 158.4 (C-7), 157.2 (C-5), 146.2 (C-4'), 146.0 (C-3'), 132.3 (C-1'), 119.3 (C-6'), 116.1 (C-5'), 115.3 (C-2'), 102.7 (C-9), 96.8 (C-8), 96.0 (C-6), 75.8 (C-2), 70.9 (C-3), 52.3 (2''-OCH₃), 39.9 (C-1''), 36.9 (C-4)。以上数据与文献[13]报道基本一致,故鉴定化合物 11 为 4 β -carboxymethyl-(-)-epicatechin methyl ester。

化合物 12 无色粉末, HR-ESI-MS m/z : 289.070 1 [M-H]⁻ (计算值 289.070 7), 推断分子式为 $\text{C}_{15}\text{H}_{14}\text{O}_6$ 。 $^1\text{H-NMR}$ (CD_3OD , 600 MHz) δ : 6.97 (1H, d, $J=1.8$ Hz, H-2'), 6.80 (1H, dd, $J=8.4, 1.8$ Hz, H-6'), 6.77 (1H, d, $J=8.4$ Hz, H-5'), 5.95 (1H, d, $J=1.8$ Hz, H-8), 5.91 (1H, d, $J=1.8$ Hz, H-6), 4.82 (1H, s, H-2), 3.88 (1H, s, H-3), 2.80 (1H, m, H-4a), 2.71 (1H, dd, $J=16.4, 2.6$ Hz, H-4b); $^{13}\text{C-NMR}$ (CD_3OD , 150 MHz) δ : 158.7 (C-9), 158.4 (C-7), 157.2 (C-5), 146.2 (C-4'), 146.0

(C-3'), 132.3(C-1'), 119.6(C-6'), 116.1(C-5'), 115.3(C-2'), 100.3(C-10), 96.8(C-8), 96.0(C-6), 80.1(C-2), 67.7(C-3), 29.4(C-4)。以上数据与文献[14]报道基本一致,故鉴定化合物12为表儿茶素(epicatechin)。

3 讨论和结论

相关研究结果显示:锦鸡儿属植物中含有丰富的黄酮类化合物,但不同种类黄酮类成分类型存在较大差异。例如:昌都锦鸡儿(*C. changduensis* Y. X. Liou)中紫檀素和异黄酮类化合物较多^[15];柠条锦鸡儿(*C. korshinskii* Kom.)中黄酮苷类化合物较多^[16];中间锦鸡儿(*C. liouana* Zhao Y. Chang et Yakovlev)含有多个类型的黄酮类化合物^[4]。本研究从刺叶锦鸡儿的地上部分共分离鉴定出12个黄酮类化合物,且这些化合物主要为异黄酮类。这12个黄酮类化合物均首次从刺叶锦鸡儿中分离得到,其中化合物5、7和9~11首次从锦鸡儿属植物中分离得到。

查尔酮类化合物是一类具有 α,β -不饱和酮结构的黄酮类成分,在锦鸡儿属植物中并不常见。目前仅从锦鸡儿属植物中分离鉴定到10个查尔酮类化合物,包含6个单体和4个二聚体^[17-18]。本研究从刺叶锦鸡儿中分离鉴定出1个查尔酮类成分(化合物10),丰富了锦鸡儿属植物的查尔酮类化合物种类。

参考文献:

- [1] 帕孜莱提·艾尼瓦尔,潘 兰,贾新岳,等. HPLC同时测定刺叶锦鸡儿地上部分4种成分[J]. 中药材, 2018, 41(9): 1895-1897.
- [2] 贾盛杰,贾月梅,潘 兰,等. 新疆产4种锦鸡儿属植物总黄酮含量研究[J]. 新疆医科大学学报, 2016, 39(10): 1230-1231, 1235.
- [3] 赵 鑫,朱瑞良,姜 标,等. 胡颓子有效部位化学成分研究[J]. 中国中药杂志, 2006, 31(6): 472-474.
- [4] 施 蛟,陈 博,孙智华,等. 中间锦鸡儿黄酮类成分的研究[J]. 药学学报, 2003, 38(8): 599-602.
- [5] 马思远,武雨欣,何 巧,等. 毛籽金花茶花的化学成分研究[J]. 中药材, 2024, 47(6): 1430-1438.
- [6] 马学敏,王力生,郭亚健,等. 活血益气汤中1个新的异黄酮类化合物[J]. 中国中药杂志, 2005, 30(15): 1159-1162.
- [7] 范翠梅,田新宇,渠田田,等. 野百合中异黄酮类成分研究[J]. 中草药, 2015, 46(22): 3297-3303.
- [8] 王 青,苗文娟,向 诚,等. 乌拉尔甘草中黄酮类化学成分的研究[J]. 中草药, 2014, 45(1): 31-36.
- [9] 张贵杰,李 宁,熊元君,等. 骆驼刺的化学成分研究[J]. 中国药学杂志, 2009, 44(12): 897-899.
- [10] 王学贵,沈丽淘,曾芸芸,等. 珍珠莲中的黄酮类化学成分[J]. 中草药, 2010, 41(4): 526-529.
- [11] 刘 艳,孙逢恬,姜海冰,等. 假酸浆果化学成分及其抗炎活性[J]. 中成药, 2021, 43(10): 2703-2711.
- [12] 马瑞婧,杨巡纭,王吉华,等. 喙荚云实酚性研究[J]. 中国中药杂志, 2013, 38(7): 1014-1017.
- [13] HWANG T H, KASHIWADA Y, NONAKA G, et al. 4-carboxymethyl flavan-3-ols and procyanidins from *Davallia divaricata*[J]. Phytochemistry, 1990, 29(1): 279-282.
- [14] 傅志勤,黄泽豪,林 婧,等. 蛇附子化学成分及抗氧化活性研究[J]. 中草药, 2015, 46(11): 1583-1588.
- [15] 庞立静. 藏锦鸡儿药效成分在分离过程中的分布及其品质研究[D]. 天津:天津大学, 2022: 36.
- [16] 李丰润,宋志博,陈 涛,等. 柠条锦鸡儿叶黄酮苷类成分分离及抗氧化活性研究[J]. 分析测试技术与仪器, 2025, 31(1): 8-21.
- [17] 王立娜. 鬼箭锦鸡儿中查尔酮二聚体和查尔酮-异黄酮二聚体的抗炎活性研究[D]. 天津:天津大学, 2019: 37.
- [18] 孙兴妍. 锦鸡儿的化学成分及生物活性研究[D]. 北京:中国医学科学院北京协和医学院, 2023: 15-16.

(责任编辑:佟金凤)