

日本金星蕨化学成分研究*

朱艳玲¹, 吴兴德², 赵勤实², 宋流东^{3△}

(1. 昆明医科大学海源学院, 云南 昆明 650106; 2. 中国科学院昆明植物研究所, 云南 昆明 650201;
3. 昆明医科大学, 云南 昆明 650500)

摘要:目的 研究日本金星蕨的化学成分。方法 采用硅胶柱层析、凝胶柱层析、反相柱层析及高效液相分离日本金星蕨的乙酸乙酯萃取物。结果 提取分离得到14个化合物, 包括6个黄酮类化合物、3个香豆素类化合物、2个甾体类化合物和3个其他化合物。结论 化合物1, 3, 7, 8, 9, 10, 11, 12为首次从日本金星蕨中分离得到, 日本金星蕨中以黄酮类为其特征成分, 同时黄酮类也是其药理活性的重要成分。

关键词: 日本金星蕨; 黄酮; 香豆素; 甾体; 化学成分

中图分类号: R284.2; R282.71

文献标识码: A

文章编号: 1006-4931(2018)10-0004-04

Study on Chemical Compounds of *Parathelypteris Niponica*

Zhu Yanling¹, Wu Xingde², Zhao Qingshi², Song Liudong³

(1. Kunming Medical University Haiyuan College, Kunming, Yunnan, China 650106; 2. Kunming Research Institute of Botany, Chinese Academy of Sciences, Kunming, Yunnan, China 650201; 3. Kunming Medical University, Kunming, Yunnan, China 650500)

Abstract: Objective To study the chemical compounds of *Parathelypteris niponica*. **Methods** Silica gel column chromatography, gel column chromatography, reversed-phase column chromatography and high performance liquid chromatography were used to separate ethyl acetate from *Parathelypteris niponica*. **Results** Totally 14 compounds were extracted and separated, including 6 flavonoids, 3 coumarins, 2 steroids and 3 other compounds. **Conclusion** The extraction of compound 1, 3, 7, 8, 9, 10, 11, 12 are separated from *Parathelypteris niponica* for the first time. Flavonoids are the characteristic components of *Parathelypteris niponica*, which are also important components of their pharmacological activities.

Key words: *Parathelypteris niponica*; flavonoids; coumarin; steroids; chemical compound

金星蕨科 *Thelypteridaceae* 为世界性的植物大科, 约有27属600余种, 主要分布于热带及亚热带, 我国有20属300多种。长江以南各省区的低海拔山地常见, 其中记载可供药用的有9属18种1变种。金星蕨科植物民间用作消炎止痢、清热解毒和拔脓消肿药, 多用于疥疮痈肿、痢疾、跌打骨折及烧伤、烫伤等^[1]。日本金星蕨是金星蕨属 *Parathelypteris* (H. Ito) Ching 植物, 主要分布于长江流域以南各省区, 北至河南、陕西、甘肃, 西南到云南^[2]。周道年^[3]从金星蕨甲醇提取物中提取了16个化合物, 付伟等^[4]从中日金星蕨中分离出9个黄酮类化合物。为进一步了解其化学成分和生理活性, 为发掘蕨类植物资源和扩大蕨类植物药源途径, 本研究中对产于云南中甸维西县的日本金星蕨化学成分进行了研究。

1 仪器、材料与方法

1.1 仪器与材料

APIQ star Pulsar 型质谱仪(测定 ESIMS 和 HRES-IMS); DRX-500 型核磁共振仪(测定 ¹H-NMR 和 ¹³C-NMR); HP1100 型高效液相色谱仪(美国安捷伦公司)。

D101 聚苯乙烯型大孔树脂和 Sephadex LH-20 凝胶(天津化工厂); 80~100 目硅胶拌样, 200~300 目硅胶层析(德国默克公司); 40~60 μ m RP-18 材料装反相柱(德国默克公司); 10% H₂SO₄ 的乙醇溶液显色。

1.2 植物来源

金星蕨全草样品于2006年5月采自云南省中甸维西县, 标本存放于昆明植物研究所重点实验室, 均由中国科学院昆明植物研究所成晓教授鉴定。

1.3 分离方法

取干燥的金星蕨全草11 kg, 粉碎后用50 L 溶液(丙酮: 水=7: 3)浸泡24 h, 提取3次, 提取液合并, 蒸馏除丙酮。剩余提取液用乙酸乙酯萃取3次, 合并乙酸乙酯部分, 蒸干得650 g 浸膏。650 g 浸膏加1 000 g 粗硅胶(80~100 目)拌样后以2 000 g 硅胶(200~300 目)柱层析, 石油醚-丙酮溶剂梯度洗脱(1: 0~0: 1), 薄层色谱(TLC)检测, 合并相同部分, 得I~VII份浸膏。部分I和部分VII未作分离。

部分II(97 g): 为极性较小部分, 用大MCI以95%

*基金项目: 国家重点实验室基金和国家基金委-云南省政府联合基金[U0932602]。

第一作者: 朱艳玲(1982-), 女, 硕士研究生, 讲师, 研究方向为天然药物化学, (电子信箱)516567220@qq.com。

△通信作者: 宋流东(1966-), 男, 硕士研究生, 教授, 研究方向为天然药物化学, (电子信箱)wofe798@126.com。

乙醇脱色得 51 g, 硅胶拌样后, 300 g 硅胶装柱, 用石油醚-丙酮(9:1)洗脱, 得大量结晶化合物 2(8 g)。其他部分经反复纯化后得化合物 1(11 mg), 化合物 6(30 mg), 化合物 11(10 mg)。

部分Ⅲ(59 g): 经大 MCI 脱色后, 用 Sephadex LH-20(甲醇), TLC 检测合并相同馏分, 得 A, B, C 三部分。A 部分分别经 Sephadex LH-20(丙酮)层析、硅胶柱层析(石油醚: 丙酮=7:3)得大量成分化合物 4(3 g), 其他部分分离纯化得化合物 10(9 mg)。B 部分拌样以硅胶柱层析(石油醚: 丙酮=8:2)放置 3 d, 得黄色结晶化合物 5(28 mg)。C 部分(3 g)以硅胶拌样装柱, 用石油醚-丙酮(8:2)洗脱, 得黄色粉末化合物 7(51 mg)。

部分Ⅳ(19 g): 用 MCI MeOH-H₂O 梯度洗脱处理后得 2 个部分, 经反复纯化和重结晶得化合物 3(2.7 g)和化合物 13(16 mg)。

部分Ⅴ(47 g): 经 MCI 洗脱, 得 90% 甲醇部分 28 g。然后经硅胶柱层析(石油醚: 丙酮=7:3), 最后经 Sephadex LH-20(丙酮)层析, 纯化得化合物 8(6 mg)。

部分Ⅵ(59 g): 经 MCI MeOH-H₂O 梯度洗脱, 得 90% 甲醇洗脱部分 41 g。然后以 300 g 硅胶柱层析(氯仿: 丙酮=8.5:1.5)冲柱, 然后经 Sephadex LH-20(丙酮)层析, 以及半制备经高效液相反复纯化得化合物 9(6 mg)、化合物 12(10 mg)、化合物 14(12 mg)。

2 结果

2.1 化学成分

从日本金星蕨提取分离得到共 14 个化合物, 黄酮类化合物 6 个、香豆素类化合物 3 个、甾体类化合物 2 个和其他化合物 3 个。鉴定为: 4a-甲基-3β-羟基雄甾-7-烯-17,4'-戊酸(化合物 1), β-谷甾醇(化合物 2), 麦芽醇(化合物 3), 山柰酚(化合物 4), 高良姜素(化合物 5), 槲皮素(化合物 6), 4-羟基-3,5-二甲苯甲酸(化合物 7), 6-羟基香豆素(化合物 8), 6,7-二羟基香豆素(化合物 9), 四氢芫花素(化合物 10), 7-甲氧基香豆素(化合物 11), 5,7-二羟基色原酮(化合物 12), 2',4'-二羟基-5',6'-羟甲基查尔酮(化合物 13), 6'-羟基-2',3',4',5'-甲氧基二氢查尔酮(化合物 14)。其化学结构见图 1。

2.2 化合物理化常数和波谱数据

2.2.1 化合物 1

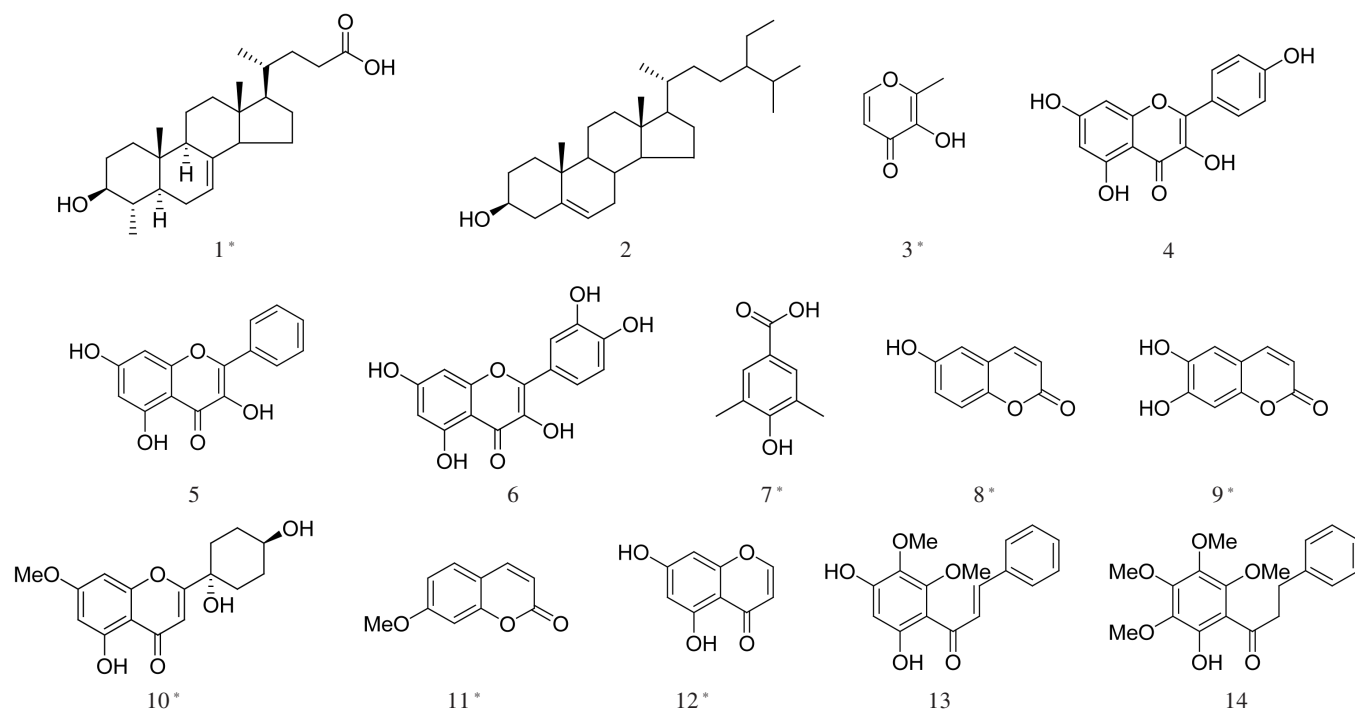
白色粉末。[α]_D¹⁸+0.00°(以 1.0, C₅H₅N), UV(C₅H₅N) λ_{max}(log ε): 205 nm(0.51); IR(KBr) V_{max} 3 457, 2 965, 2 940, 2 848, 1 721, 1 681, 1 640 cm⁻¹; ¹H and ¹³C NMR spectra data, see Tables 1 and 2; HRESIMS m/z 411.3249(calcd. For C₂₅H₄₀O₃ 411.3249)。

2.2.2 化合物 2

在多种展开体系下与标准品比较, 均为同一物质。

2.2.3 化合物 3

C₆O₃H₆。白色晶体。¹H NMR(CDCl₃): δ6.44(1 H, d,



注: “*”为首次从日本金星蕨中分离得到的化合物。

图 1 各化合物化学结构图

$J = 5.5 \text{ Hz}$, $H - 5$), $7.72(1 \text{ H}, d, J = 5.5 \text{ Hz}, H - 6)$;
 $^{13}\text{C NMR}$ (CDCl_3): $\delta 149.3(s, C - 2)$, $143.2(s, C - 3)$,
 $173.1(s, C - 4)$, $113.1(d, C - 5)$, $154.1(d, C - 6)$ 。Positive
FAB MS: $m/z 126[M]^+$ 。

2.2.4 化合物 4

$\text{C}_{15}\text{H}_{10}\text{O}_6$ 。黄色无定形粉末。 $^1\text{H NMR}$ (DMSO): $\delta 6.19$
($1 \text{ H}, s, H - 6$), $6.41(1 \text{ H}, s, H - 8)$, $8.08(2 \text{ H}, d, J =$
 $8.5 \text{ Hz}, H - 2', 6')$, $6.90(1 \text{ H}, d, J = 8.5 \text{ Hz}, H - 3', 5')$;
 $^{13}\text{C NMR}$ (DMSO): $\delta 158.1(s, C - 2)$, $137.1(s, C - 3)$,
 $177.3(s, C - 4)$, $162.4(s, C - 5)$, $99.3(d, C - 6)$, 165.5
($s, C - 7$), $94.5(d, C - 8)$, $160.5(s, C - 9)$, $104.5(s,$
 $C - 10)$, $123.6(s, C - 1')$, $130.7(d, C - 2')$, $116.4(s,$
 $C - 3')$, $147.9(s, C - 4')$, $116.4(s, C - 5')$, $130.7(d,$
 $C - 6')$ 。Positive FAB MS: $m/z 286[M]^+$ 。

2.2.5 化合物 5

$\text{C}_{15}\text{H}_{10}\text{O}_5$ 。黄色无定形粉末。 $^1\text{H NMR}$ (DMSO): $\delta 6.28$
($1 \text{ H}, d, J = 1.52 \text{ Hz}, H - 6$), $6.55(1 \text{ H}, d, J = 1.52 \text{ Hz},$
 $H - 8)$, $7.49(1 \text{ H}, t, J = 7.76 \text{ Hz}, H - 5')$, $7.54(2 \text{ H}, dd,$
 $J = 6.60 \text{ Hz}, 7.32 \text{ Hz}, H - 3', 4')$, $8.23(2 \text{ H}, d, J = 7.32 \text{ Hz},$
 $H - 2', 6')$; $^{13}\text{C NMR}$ (DMSO): $\delta 146.1(s, C - 2)$, 137.9
($s, C - 3)$, $176.9(s, C - 4)$, $162.4(s, C - 5)$, $99.3(d,$
 $C - 6)$, $165.3(s, C - 7)$, $94.6(d, C - 8)$, $157.9(s, C -$
 $9)$, $104.3(s, C - 10)$, $132.1(s, C - 1')$, $128.4(d, C - 2',$
 $6')$, $129.3(d, C - 3', 5')$, $130.8(d, C - 4')$ 。Positive FAB
MS: $m/z 270[M]^+$ 。

2.2.6 化合物 6

$\text{C}_{15}\text{H}_{10}\text{O}_7$ 。黄色无定形粉末。 $^1\text{H NMR}$ (DMSO):
 $\delta 6.24(1 \text{ H}, d, J = 1.5 \text{ Hz}, H - 6)$, $6.53(1 \text{ H}, d, J = 1.5 \text{ Hz},$
 $H - 6)$, $7.81(1 \text{ H}, d, J = 1.5 \text{ Hz}, H - 2')$, $7.00(1 \text{ H}, d,$
 $J = 8.5 \text{ Hz}, H - 3', 5')$; $^{13}\text{C NMR}$ (DMSO): $\delta 145.1(s,$
 $C - 2)$, $136.7(s, C - 3)$, $176.5(s, C - 4)$, $162.3(s, C -$
 $5)$, $99.2(d, C - 6)$, $165.0(s, C - 7)$, $94.5(d, H - 8)$,
 $157.8(s, C - 9)$, $104.1(s, C - 10)$, $121.5(s, C - 1')$,
 $115.6(d, C - 2')$, $145.8(s, C - 3')$, $148.3(s, C - 4')$,
 $116.2(d, C - 5')$, $122.8(d, C - 6')$ 。Positive FAB MS:
 $m/z 303[M + 1]^+$ 。

2.2.7 化合物 7

$\text{C}_9\text{H}_8\text{O}_3$ 。白色晶体。 $^1\text{H NMR}$ (Acetone): $\delta 8.07(2 \text{ H},$
 $s, H - 2, 6)$, $2.30(6 \text{ H}, s, H - 8, 9)$; $^{13}\text{C NMR}$ (Acetone):
 $\delta 149.5(s, C - 1)$, $143.2(d, d, C - 2, 6)$, $139.1(s, C - 3,$
 $5)$, $146.3(s, C - 4)$, $170.0(s, C - 7)$, $14.6(q, C - 8, C -$
 $9)$ 。MS: $m/z 164[M]^+$ 。

2.2.8 化合物 8

$\text{C}_9\text{H}_6\text{O}_3$ 。黄色无定形粉末。 $^1\text{H NMR}$ (Acetone): $\delta 6.19$

($1 \text{ H}, d, J = 12.6 \text{ Hz}, H - 3$), $7.48(1 \text{ H}, d, J = 12.9 \text{ Hz},$
 $H - 4)$, $7.10(1 \text{ H}, d, J = 1.4 \text{ Hz}, H - 5)$, $6.96(1 \text{ H}, dd,$
 $J = 1.4 \text{ Hz}, 6.6 \text{ Hz}, H - 7)$, $6.81(1 \text{ H}, d, J = 6.6 \text{ Hz},$
 $H - 8)$; $^{13}\text{C NMR}$ (Acetone): $\delta 168.7(s, C - 2)$, $115.1(d,$
 $C - 3)$, $146.6(d, C - 4)$, $116.1(d, C - 5)$, $148.9(s, C -$
 $6)$, $116.4(d, C - 7)$, $121.9(d, C - 8)$, $127.3(s, C - 9)$,
 $145.4(s, C - 10)$ 。MS: $m/z 162[M]^+$ 。

2.2.9 化合物 9

$\text{C}_9\text{H}_6\text{O}_4$ 。黄色无定形粉末。 $^1\text{H NMR}$ (Acetone): $\delta 7.66$
($1 \text{ H}, d, J = 9.2, H - 3$), $6.07(1 \text{ H}, d, J = 9.2, H - 4)$,
 $7.30(1 \text{ H}, s, H - 5)$, $7.16(1 \text{ H}, s, H - 8)$; $^{13}\text{C NMR}$
(Acetone): $\delta 161.9(s, C - 2)$, $122.2(d, C - 3)$, $144.3(s,$
 $C - 4)$, $113.1(d, C - 5)$, $144.9(s, C - 6)$, $152.6(s, C -$
 $7)$, $103.8(d, C - 8)$, $150.1(s, C - 9)$, $111.7(s, C - 10)$;
EIMS: $m/z 178([M]^+, 100)$, $150(66)$, $137(11)$, 94
(9), $69(15)$ 。MS: $m/z 176[M]^+$ 。

2.2.10 化合物 10

$\text{C}_{16}\text{H}_{18}\text{O}_6$ 。黄色无定形粉末。 $^1\text{H NMR}$ (Acetone):
 $\delta 6.42(1 \text{ H}, d, J = 2.5 \text{ Hz}, 8 - H)$, $6.41(1 \text{ H}, d, 3 - H)$,
 $6.35(1 \text{ H}, d, J = 2.5 \text{ Hz}, 6 - H)$, $4.16(1 \text{ H}, \text{brs}, W_{1/2} =$
 $9.0 \text{ Hz}, 4' - H)$, $2.39(2 \text{ H}, \text{ddd}, J = 13.3, 13.2, 3.9 \text{ Hz},$
 $3', 5' - \text{axial} - H_2)$, $1.75(2 \text{ H}, m, J = 13.7 \text{ Hz}, 3.9 \text{ Hz},$
 $3', 5' - \text{axial} - H_2)$, $1.62(2 \text{ H}, m, J = 13.2, 3.9 \text{ Hz}, 3',$
 $5' - \text{axial} - H_2)$; $^{13}\text{C NMR}$ (Acetone): $\delta 177.6(s, C - 2)$,
 $106.1(d, C - 3)$, $184.3(s, C - 4)$, $163.5(d, C - 5)$, 99.3
($d, C - 6)$, $167.2(s, C - 7)$, $93.5(d, C - 8)$, $159.5(s,$
 $C - 9)$, $106.5(s, C - 10)$, $73.4(d, C - 1')$, $30.1(t, C -$
 $2')$, $29.9(t, C - 3')$, $65.4(d, C - 4')$, $29.9(t, C - 5')$,
 $30.1(t, C - 6')$, $56.9(q, 7 - \text{OCH}_3)$ 。EIMS: $m/z 306[M]^+$,
 $248, 219, 193, 167, 135$ 。

2.2.11 化合物 11

$\text{C}_{10}\text{H}_8\text{O}_3$ 。黄色无定形粉末。 $^1\text{H NMR}$ (Acetone):
 $\delta 5.79(1 \text{ H}, d, J = 11.1 \text{ Hz}, H - 3)$, $7.55(1 \text{ H}, d, J =$
 $11.6 \text{ Hz}, H - 4)$, $6.89(1 \text{ H}, d, J = 6.71 \text{ Hz}, H - 5)$, 6.70
($1 \text{ H}, d, J = 6.50 \text{ Hz}, H - 7)$, $7.03(1 \text{ H}, s, H - 8)$, 3.87
($3 \text{ H}, s, 7 - \text{OCH}_3$); $^{13}\text{C NMR}$ (Acetone): $\delta 171.9(s,$
 $C - 2)$, $116.5(d, C - 3)$, $149.3(d, C - 4)$, $125.9(d, C -$
 $5)$, $123.8(d, C - 6)$, $150.3(s, C - 7)$, $111.7(d, C - 8)$,
 $146.3(s, C - 9)$, $128.0(s, C - 10)$ 。MS: $m/z 176[M]^+$ 。

2.2.12 化合物 12

$\text{C}_9\text{H}_6\text{O}_4$ 。黄色无定形粉末。 $^1\text{H NMR}$ (Acetone): $\delta 6.21$
($1 \text{ H}, d, J = 6.00 \text{ Hz}, H - 2$), $8.05(1 \text{ H}, d, J = 6.00 \text{ Hz},$
 $H - 3)$, $6.24(1 \text{ H}, d, J = 2.15 \text{ Hz}, H - 6)$, $6.35(1 \text{ H}, d,$

$J = 2.15 \text{ Hz}$, $H - 8$); $^{13}\text{C NMR}(\text{Acetone})$: $\delta 157.6(\text{d}, C - 2)$, $111.6(\text{d}, C - 3)$, $182.5(\text{s}, C - 4)$, $165.0(\text{s}, C - 5)$, $94.7(\text{d}, C - 6)$, $159.2(\text{s}, C - 7)$, $99.8(\text{d}, C - 8)$, $163.5(\text{s}, C - 9)$, $106.5(\text{s}, C - 10)$ 。MS: m/z 178 $[M]^+$ 。

2.2.13 化合物 13

$\text{C}_{17}\text{H}_{18}\text{O}_4$ 。黄色无定形粉末。 $^1\text{H NMR}(\text{DMSO})$: $\delta 3.91(3 \text{ H}, \text{s}, 5' - \text{Me})$, $3.93(3 \text{ H}, \text{s}, 6' - \text{Me})$, $6.34(1 \text{ H}, \text{s}, 3' - \text{H})$, $6.34 - 7.50(5 \text{ H}, \text{m}, \text{ph} - \text{H})$, $7.81(1 \text{ H}, \text{d}, J = 15.6 \text{ Hz}, \beta - \text{H})$, $8.02(1 \text{ H}, \text{d}, J = 15.6 \text{ Hz}, \alpha - \text{H})$, $13.39(2' - \text{OH})$; $^{13}\text{C NMR}(\text{DMSO})$: $\delta 131.2(\text{d}, C - 1)$, $129.9(2 \times \text{d}, C - 2, 6)$, $129.3(2 \times \text{d}, C - 3, 5)$, $131.2(\text{d}, C - 4)$, $134.3(\text{s}, C - 1)$, $127.4(\text{d}, C - \alpha)$, $143.5(\text{d}, C - \beta)$, $191.8(\text{C} = \text{O})$, $104.2(\text{s}, C - 1')$, $164.3(\text{s}, C - 2')$, $96.7(\text{d}, C - 3')$, $160.6(\text{s}, C - 4')$, $136.3(\text{s}, C - 5')$, $165.7(\text{s}, C - 6')$ 。MS: m/z 300 $[M]^+$ 。

2.2.14 化合物 14

稠油。eim m/z $[M]^+$ 346, 331, 241; hrms m/z 346.141 8(calcd for $\text{C}_{19}\text{H}_{22}\text{O}_6$, 346.141 5); $^1\text{H NMR}(\text{Acetone})$: $\delta 3.03(2 \text{ H}, \text{t}, J = 7.4 \text{ Hz}, \beta - \text{H})$, $3.38(2 \text{ H}, J = 7.4 \text{ Hz}, \alpha - \text{H})$, $3.79, 3.86, 3.91, 4.08(12 \text{ H}, \text{s} \times 4, 4 \times \text{OMe})$, $7.18 - 7.33(5 \text{ H}, \text{m}, \text{Ar} - \text{H})$, $13.03(1 \text{ H}, \text{s}, \text{OH})$; $^{13}\text{C NMR}(\text{Acetone})$: $\delta 205.6(\text{C} = \text{O})$, $154.4(\text{C} - 4')$, $153.6(\text{C} - 6')$, $151.2(\text{C} - 2')$, $141.4(\text{C} - 1)$, $138.1(\text{C} - 5')$, $136.9(\text{C} - 3')$, $128.5(\text{C} - 2, 3, 5, \text{ and } 6)$, $126.0(\text{C} - 4)$, $110.4(\text{C} - 1')$, $61.3(2 \times \text{Me})$, $61.0(2 \times \text{OMe})$, $45.2(\text{C} - \alpha)$, $30.4(\text{C} - \beta)$ 。

3 讨论

本研究中,从日本金星蕨提取分离得到6个黄酮化合物,分别是化合物4(山柰酚,3 g),化合物5(高良姜素,28 mg),化合物6(槲皮素 30 mg),化合物10(四氢芫花素,9 mg),化合物13(2',4'-二羟基-5',6'-羟甲基查尔酮,16 mg),化合物14(6'-羟基-2',3',4',5'-甲氧基二氢查尔酮,12 mg),其中化合物10为首次从金星蕨中分离得到。

黄酮类化合物本身具有很多生物活性。文美琼等^[5]研究发现,长根金星蕨总黄酮具有较有效的清除氧自由基活性,对DNA氧化损伤有显著的抑制作用。而本研究中提取分离得到最多的黄酮山柰酚药理研究报道非常多,如山柰酚能抑制离体人子宫肌瘤细胞增殖,下调ER、IGF-1和VEGF mRNA和蛋白的表达^[6],以及山柰酚是一种有效的蛋白激酶CK2的抑制剂,作用机制可能与其阻碍CK2与ATP及底物的结合等有关^[7]。因日本金星蕨中山柰酚含量相对高,值得关注其应用价值。

分离得到的其他黄酮也是药理研究的热门化合物。

如高良姜素可能通过干扰细胞周期循环和介导线粒体功能障碍,诱导细胞凋亡,从而抑制胃癌SGC-7901细胞的生长^[8]。槲皮素不仅在自然界中广泛分布,其药理作用也很广泛,具有抗氧化及清除自由基的作用,还具有抗癌、抗炎、抗菌、抗病毒、降糖、降压、免疫调节及心血管保护作用等^[9]。

香豆素化合物3个,分别是化合物8(6-羟基香豆素,6 mg),化合物9(6,7-二羟香豆素,6 mg),化合物11(7-甲氧基香豆素,10 mg),均是首次从日本金星蕨中分离得到。香豆素具有抗肿瘤、抗凝血、抗艾滋病毒、抗炎、抗氧化、抗菌等多种药理活性,目前是抗肿瘤药物的研究热点^[10]。

甾体化合物2个,分别是化合物1(4a-甲基-3 β -羟基雄甾-7-烯-17,4'-戊酸,11 mg),化合物2(β -谷甾醇)。

分离得到其他化合物3个,包括化合物3(麦芽醇,2.7 g),化合物7(4-羟基-3,5-二甲苯基甲酸,51 mg),化合物12(5,7-二羟基色原酮,10 mg)。麦芽醇含量最高,且用途非常广泛,是各种食品及化妆品的热门添加剂。最近研究显示,麦芽醇在肾氧化应激性损伤中还具有一定保护和协助修复的作用^[11]。

参考文献:

- [1] 中国科学院《中国植物志》编辑委员会. 中国植物志·第4卷(第1分册)[M]. 北京:科学出版社,1999:15.
- [2] 张文霞,钟希文. 金星蕨科药用植物化学成分与药理作用研究进展[J]. 中国药房,2011,22(27):2582-2584.
- [3] 周道年. 副叶耳蕨和金星蕨化学成分及生物活性的研究[D]. 武汉:华中科技大学,2009.
- [4] 付伟,雷永芳,周道年,等. 中日金星蕨黄酮类成分的研究[J]. 中国药理学杂志,2010,45(3):166.
- [5] 文美琼,李璐,徐成东,等. 长根金星蕨总黄酮抗氧化活性研究[J]. 楚雄师范学院学报,2014,29(3):44-48.
- [6] 林小聪,陈小文,梁念慈,等. 山柰酚抑制蛋白激酶CK2活性[J]. 中国生物化学与分子生物学报,2006,22(11):894-901.
- [7] 蔡云朗,高永星,沈杨,等. 山柰酚对子宫肌瘤体外抑制作用的实验研究[J]. 实用妇产科杂志,2014,30(5):350-353.
- [8] 许云霞,赵新淮. 高良姜素对人胃癌SGC-7901细胞增殖、周期循环和凋亡的体外影响[J]. 中国药理学杂志,2013,48(15):1274-1278.
- [9] 孙涓,余世春. 槲皮素的研究进展[J]. 现代中药研究与实践,2015,44(6):748-749.
- [10] 夏令先,王玉斌,钱海,等. 香豆素类化合物的抗肿瘤作用研究进展[J]. 中国新药杂志,2013,22(20):2392.
- [11] 王璟,吴小燕,姚涛. 麦芽醇对缺血性急性肾功能衰竭的影响[J]. 武汉大学学报(医学版),2010,31(4):514-516.

(收稿日期:2017-10-05;修回日期:2018-01-17)