

新疆阿魏种子化学成分的研究

李广志¹, 李晓瑾², 曹丽¹, 张丽静¹, 沈连刚¹, 朱军², 王钧毓¹, 斯建勇^{1*}

1. 中国医学科学院 北京协和医学院药用植物研究所, 北京 100193

2. 新疆维吾尔自治区中药民族药研究所, 新疆 乌鲁木齐 830002

摘要: 目的 研究新疆阿魏 *Ferula sinkiangensis* 种子的化学成分。方法 利用不同的色谱分离纯化手段, 根据化合物的理化常数和光谱数据进行结构鉴定。结果 从新疆阿魏种子 90%乙醇提取液中分离得到 32 个化合物, 分别鉴定为丁二酸(1)、两型曲霉酮 A(2)、 β -谷甾醇(3)、豆甾醇-3-*O*-葡萄糖苷(4)、1-(3-乙基苯基)-1,2-乙二醇(5)、松脂素(6)、(7,8-*cis*-8,8'-*trans*)-2',4'-二羟基-3,5-二甲氧基-落叶松脂素(7)、开环异落叶松脂醇(8)、正二十六醇(9)、异槲皮素苷(10)、槲皮素(11)、阿魏酸(12)、豆甾醇(13)、木犀草素-7-*O*- β -D-葡萄糖醛酸苷(14)、(R)-2'-hydroxy-*N*-[(2*S*,3*S*,4*R*)-1,3,4-trihydroxyhexacosan-2-yl]nonadanamide(15)、macrathoin F(16)、1,5-二-*O*-咖啡酰奎尼酸(17)、牛蒡苷(18)、parvifoliols G(19)、5-羟甲基糠醛(20)、胡萝卜苷(21)、香草酸(22)、蔗糖(23)、芦丁(24)、neoarctin A(25)、绿原酸甲酯(26)、5-*O*-咖啡酰基奎宁酸(27)、尿嘧啶核苷(28)、次黄嘌呤核苷(29)、7-羟基香豆素(30)、绿原酸(31)、咖啡酸(32)。结论 化合物 2、5~11、14~20、22、24~29、31、32 为首次从该属植物中分离得到。

关键词: 新疆阿魏; 松脂素; 开环异落叶松脂醇; 木犀草素-7-*O*- β -D-葡萄糖醛酸苷; 绿原酸甲酯; 咖啡酸

中图分类号: R284.1

文献标志码: A

文章编号: 0253-2670(2015)12-1730-07

DOI: 10.7501/j.issn.0253-2670.2015.12.004

Chemical constituents from seeds of *Ferula sinkiangensis*

LI Guang-zhi¹, LI Xiao-jin², CAO Li¹, ZHANG Li-jing¹, SHEN Lian-gang¹, ZHU Jun², WANG Jun-chi¹, SI Jian-yong¹

1. Institute of Medicinal Plant Development, Chinese Academy of Medical Sciences, Peking Union Medical College, Beijing 100193, China

2. Xinjiang Institute of Chinese Materia Medica and Ethical Materia Medica, Urumqi 830002, China

Abstract: **Objective** To study the chemical constitutions from the seeds of *Ferula sinkiangensis*. **Methods** Using different chromatographic methods to isolate and purify the compounds and to identify their structures by physicochemical properties and spectroscopic technology. **Results** Thirty-two compounds were isolated and elucidated as butanedioic acid (1), varicolorquinones (2), β -sitosterol (3), stigmasterol-3-*O*-glucoside (4), 1-(3-ethylphenyl)-1,2-ethanediol (5), pinoresinol (6), (7,8-*cis*-8,8'-*trans*)-2',4'-dihydroxy-1,3,5-dimethoxy-lariciresinol (7), secoisolariciresinol (8), *n*-hexacosanol (9), isoquercitrin (10), quercetin (11), ferulic acid (12), stigmasterol (13), luteolin-7-*O*- β -D-gluronide (14), (R)-2'-hydroxy-*N*-[(2*S*,3*S*,4*R*)-1,3,4-trihydroxyhexacosan-2-yl]nonadanamide (15), macrathoinf (16), 1,5-di-*O*-caffeoylquinic (17), arctiin (18), parvifoliols (19), 5-hydroxymethyl fufural (20), daucosterol (21), vanillic acid (22), sucrose (23), rutin (24), neoarctina (25), methyl chlorogenate (26), 5-*O*-caffeoylquinic (27), uridine (28), inosine (29), 7-hydroxy coumarin (30), chlorogenic acid (31), and caffeic acid (32). **Conclusion** Compounds 2, 5—11, 14—20, 22, 24—29, 31, and 32 are isolated from the plants of *Ferula* L. for the first time.

Key words: *Ferula sinkiangensis* K. M. Shen.; pinoresinol; secoisolariciresinol; luteolin-7-*O*- β -D-gluronide; methyl chlorogenate; caffeic acid

新疆阿魏 *Ferula sinkiangensis* K. M. Shen. 为 根、种子、树脂均可入药, 主要分布在我国新疆干旱荒漠地区, 用于治疗胃肠消化道疾病。《中国药典》伞形科 (Umbelliferae) 阿魏属 *Ferula* L. 植物, 其

收稿日期: 2015-03-30

基金项目: 国家自然科学基金面上项目 (81460661, 81460586); 国家“重大新药创制”科技重大专项 (2012ZX09301-002-001, 2011ZX09307-002-01)

作者简介: 李广志, 男, 河北廊坊人, 硕士研究生, 天然产物研究与开发方向。E-mail: guangzhili@126.com

*通信作者 斯建勇, 研究员。Tel: (010)57833299 E-mail: jianyongsi@126.com

2010年版收录的阿魏为新疆阿魏和阜康阿魏的树脂,具有消积、散痞、杀虫的功效^[1]。近年来现代药理研究发现新疆阿魏的提取液具有抗过敏^[2]、抑菌、杀灭钉螺、抗炎和免疫等多种药理作用^[3],因此引发人们对其研究的兴趣。目前对新疆阿魏的研究多集中在阿魏的树脂^[4]、根以及种子的植物学特征,为进一步研究新疆阿魏种子的活性成分,本实验对新疆阿魏种子的化学成分进行研究,分离得到32个化合物,分别鉴定为丁二酸(butanedioic acid, **1**)、两型曲霉醌A(variecolorquinones A, **2**)、 β -谷甾醇(β -sitosterol, **3**)、豆甾醇-3-O-葡萄糖苷(stigmasterol-3-O-glucoside, **4**)、1-(3-乙基苯基)-1,2-乙二醇[1-(3-ethylphenyl)-1,2-ethanediol, **5**]、松脂素(pinoresinol, **6**)、(7,8-cis-8,8'-trans)-2',4'-二羟基-3,5-二甲氧基-落叶松脂素[(7,8-cis-8,8'-trans)-2',4'-dihydroxyl-3,5-dimethoxy-lariciresinol, **7**]、开环异落叶松脂醇(secoisolariciresinol, **8**)、正二十六醇(*n*-hexacosanol, **9**)、异槲皮素苷(isoquercitrin, **10**)、槲皮素(quercetin, **11**)、阿魏酸(ferulic acid, **12**)、豆甾醇(stigmasterol, **13**)、木犀草素-7-O- β -D-葡萄糖醛酸苷(luteolin-7-O- β -D-gluronide, **14**)、(R)-2'-hydroxy-N-[(2S,3S,4R)-1,3,4-trihydroxyhexacosan-2-yl] nonadanamide (**15**)、macrathoin F (**16**)、1,5-二-O-咖啡酰奎尼酸(1,5-di-O-caffeoylquinic, **17**)、牛蒡苷(arctiin, **18**)、parvifoliols G (**19**)、5-羟甲基糠醛(5-hydroxymethyl fufural, **20**)、胡萝卜苷(daucosterol, **21**)、香草酸(vanillic acid, **22**)、蔗糖(sucrose, **23**)、芦丁(rutin, **24**)、neoarctin A (**25**)、绿原酸甲酯(methyl chlorogenate, **26**)、5-O-咖啡酰基奎宁酸(5-O-caffeoylquinic, **27**)、尿嘧啶核苷(uridine, **28**)、次黄嘌呤核苷(inosine, **29**)、7-羟基香豆素(7-hydroxy coumarin, **30**)、绿原酸(chlorogenic acid, **31**)、咖啡酸(caffeic acid, **32**)。其中,化合物**2**、**5**~**11**、**14**~**20**、**22**、**24**~**29**、**31**、**32**为首次从该属植物中分离得到。

1 仪器与材料

LTQ-Obitrap XL 质谱仪(Thermo Fisher Scientific 公司); Bruker AV600 型核磁共振(Bruker 公司); Fisher-Johns 熔点测定仪(Fisher-Johns 公司); LC3000 高效液相色谱仪(北京创新通恒科技有限公司); 柱色谱用硅胶(200~300、100~200目,青岛海洋化工厂); D001X7 树脂(天津南开树脂有限公司); 薄层色谱硅胶 GF₂₅₄(青岛海洋化工厂);

Sephadex LH-20 (Pharmacia Biotech 产品,瑞典); MCI GEL (CHP20P, 75~150 μ m, 日本三菱产品); ODS-AQ (50 μ m, YMC 产品); Fisher 色谱级甲醇; 其他试剂均为分析纯(北京化工厂)。

所用药材于2008年7月采自新疆伊犁,经新疆中药民族药研究所李晓瑾研究员鉴定为新疆阿魏 *Ferula sinkiangensis* K. M. Shen. 的种子,标本(XJAWZZ200808-S)存放于新疆维吾尔自治区中药民族药研究所。

2 提取与分离

将约4.2 kg干燥的新疆阿魏种子粉碎,过4号筛,用90%乙醇回流提取3次,每次2 h,合并提取液,减压浓缩得浸膏约400 g。分别用石油醚、二氯甲烷、水饱和的正丁醇萃取总浸膏的水溶液,萃取液减压浓缩至稠膏状。石油醚部位(60 g)经硅胶柱色谱分离,石油醚-醋酸乙酯(100:1→0:1)梯度洗脱, Sephadex LH-20 柱色谱分离纯化。二氯甲烷部位(130 g)先经正相硅胶色谱,二氯甲烷-甲醇(1:0→0:1)梯度洗脱,所得组分再依次经 MCI 色谱柱, Sephadex LH-20 柱色谱分离纯化最终得到化合物**1**(8 mg)、**2**(6 mg)、**3**(15 mg)、**4**(20 mg)、**5**(15 mg)、**6**(12 mg)、**7**(20 mg)、**8**(23 mg)、**9**(5 mg)、**10**(15 mg)、**11**(13 mg)、**12**(10 mg)、**13**(20 mg)、**14**(8 mg)、**15**(7 mg)、**16**(6 mg)、**17**(10 mg)、**18**(26 mg)、**19**(6 mg)、**20**(7 mg)、**21**(16 mg)、**22**(6 mg)、**23**(30 mg)、**24**(16 mg)、**25**(5 mg)、**26**(11 mg)、**27**(8 mg)、**28**(9 mg)、**29**(7 mg)、**30**(15 mg)、**31**(10 mg)、**32**(7 mg)。

3 结构鉴定

化合物**1**:白色粉末(甲醇)。¹H-NMR (600 MHz, CD₃OD) δ : 2.51 (4H, s, H-2, 3); ¹³C-NMR (150 MHz, CD₃OD) δ : 176.4 (C-1, 4), 29.8 (C-2, 3)。以上数据与文献报道基本一致^[5],故鉴定化合物**1**为丁二酸。

化合物**2**:深棕色粉末(甲醇)。¹H-NMR (600 MHz, DMSO-*d*₆) δ : 13.72 (1H s, 1-OH), 7.51 (1H, s, H-4), 7.21 (1H, d, *J* = 2.4 Hz, H-5), 6.84 (1H, d, *J* = 2.4 Hz, H-7), 5.01 (1H, s, 3'-OH), 4.71 (1H, s, H-4'), 4.36 (1H, dd, *J* = 4.2, 6.0 Hz, H-2'), 4.21 (1H, dd, *J* = 4.2, 6.0 Hz, H-2'), 3.91 (3H, s, 8-OCH₃), 3.76 (1H, m, H-3'), 2.37 (3H, s, 3-CH₃); ¹³C-NMR (150 MHz, DMSO-*d*₆) δ : 185.9 (C-9), 182.0 (C-10), 165.9 (C-6), 163.7 (C-8), 158.4 (C-1), 142.8 (C-3), 136.7 (C-10a),

132.2 (C-4a), 128.9 (C-2), 119.1 (C-4), 114.8 (C-9a), 112.1 (C-8a), 107.5 (C-5), 105.1 (C-7), 69.2 (C-3), 66.9 (C-2'), 62.6 (C-4'), 56.3 (8-OCH₃), 19.4 (3-CH₃)。以上数据与文献报道基本一致^[6], 故鉴定化合物 **2** 为两型曲霉酮 A。

化合物 **3**: 无色针晶 (氯仿), mp 138~140 °C。与 β-谷甾醇对照品共薄层, 其 R_f 值及其显色行为一致, 故鉴定化合物 **3** 为 β-谷甾醇。

化合物 **4**: 白色结晶 (甲醇), mp 258~260 °C, Liebermann-Burchard 反应呈阳性。¹³C-NMR (150 MHz, C₅D₅N) δ: 141.4 (C-5), 139.2 (C-22), 129.9 (C-23), 122.3 (C-6), 103.0 (Glc-C-1), 79.0 (C-3), 78.9 (Glc-C-3), 78.6 (Glc-C-5), 75.8 (Glc-C-2), 72.1 (Glc-C-4), 63.3 (Glc-C-6), 57.3 (C-14), 56.7 (C-17), 51.8 (C-9), 50.8 (C-24), 46.5 (C-13), 40.4 (C-14), 40.3 (C-20), 39.8 (C-12), 39.5 (C-1), 37.9 (C-10), 32.6 (C-8), 32.5 (C-7), 30.7 (C-25), 29.9 (C-2), 29.6 (C-16), 26.3 (C-28), 12.4 (C-29), 12.6 (C-8), 19.4 (C-26), 19.6 (C-19), 20.4 (C-27), 22.3 (C-21), 23.8 (C-15)。以上数据与文献报道基本一致^[1], 故鉴定化合物 **4** 为豆甾醇-3-*O*-葡萄糖苷。

化合物 **5**: 无色油状物, ¹H-NMR (600 MHz, CD₃OD) δ: 7.42~7.05 (4H, m, H-2', 4', 5', 6'), 4.73 (1H, t, *J* = 7.0 Hz, H-1), 3.59 (2H, m, H-2), 2.63 (2H, m, H-1''), 1.21 (3H, t, *J* = 7.6 Hz, H-2''); ¹³C-NMR (150 MHz, CD₃OD) δ: 145.5 (C-3'), 143.2 (C-1'), 129.3 (C-5'), 128.7 (C-4'), 127.4 (C-6'), 124.7 (C-2'), 76.1 (C-1), 68.8 (C-2), 29.8 (C-1''), 16.2 (C-2'')。以上数据与文献报道基本一致^[7], 故鉴定化合物 **5** 为 1-(3-乙基苯基)-1,2-乙二醇。

化合物 **6**: 无色凝胶状, ¹H-NMR (600 MHz, CD₃OD) δ: 6.95 (2H, d, *J* = 1.8 Hz, H-2, 2'), 6.77 (2H, d, *J* = 8.4 Hz, H-5, 5'), 6.81 (2H, dd, *J* = 8.4, 1.8 Hz, H-6, 6'), 4.71 (2H, d, *J* = 4.8 Hz, H-7, 7'), 3.13 (2H, m, H-8, 8'), 4.24 (2H, dd, *J* = 9.0, 7.2 Hz, H-9, 9'), 3.86 (3H, s, -OCH₃), 3.86 (3H, s, -OCH₃); ¹³C-NMR (150 MHz, CD₃OD) δ: 133.1 (C-1, 1'), 108.8 (C-2, 2'), 145.4 (C-3, 3'), 145.2 (C-4, 4'), 114.4 (C-5, 5'), 119.1 (C-6, 6'), 86.1 (C-7, 7'), 54.3 (C-8, 8'), 71.8 (C-9, 9'), 56.1 (-OCH₃)。以上数据与文献报道基本一致^[8], 故鉴定化合物 **6** 为松脂素。

化合物 **7**: 无色凝胶状 (甲醇)。¹H-NMR (600 MHz, CD₃OD) δ: 6.73 (1H, s, H-2), 6.60 (1H, dd, *J* =

8.0, 1.6 Hz, H-5'), 6.73 (1H, s, H-6), 6.70 (1H, s, H-6'), 4.71 (1H, d, *J* = 6.5 Hz, H-7), 2.45 (1H, m, H-7'), 2.90 (1H, m, H-7'), 2.34 (1H, m, H-8), 2.70 (1H, m, H-8'), 3.60 (1H, m, H-9), 3.77 (1H, m, H-9), 3.68 (1H, m, H-9'), 3.96 (1H, m, H-9'), 3.80 (3H, s, 3-OCH₃), 3.82 (3H, s, 5-OCH₃); ¹³C-NMR (150 MHz, CD₃OD) δ: 135.5 (C-1), 133.2 (C-1'), 116.8 (C-2), 147.0 (C-2'), 148.5 (C-3), 113.5 (C-3'), 110.3 (C-4), 145.3 (C-4'), 148.4 (C-5), 122.0 (C-5'), 116.1 (C-6), 119.1 (C-6'), 84.1 (C-7, 7'), 33.4 (C-7'), 54.0 (C-8), 43.6 (C-8'), 60.2 (C-9), 73.2 (C-9'), 56.1 (3-OCH₃), 56.1 (5-OCH₃)。以上数据与文献报道基本一致^[9], 故鉴定化合物 **7** 为 (7,8-*cis*-8,8'-*trans*)-2',4'-二羟基-3,5-二甲氧基-落叶松脂素。

化合物 **8**: 无定形粉末 (甲醇)。¹H-NMR (600 MHz, CD₃OD) δ: 6.65 (2H, d, *J* = 8.0 Hz, H-5, 5'), 6.55 (2H, d, *J* = 1.6 Hz, H-2, 2'), 6.51 (2H, dd, *J* = 8.0, 1.6 Hz, H-6, 6'), 3.70 (6H, s, 3, 3'-OCH₃), 3.55 (4H, d, *J* = 4.6 Hz, H-9, 9'), 2.61 (4H, dd, *J* = 14.0, 7.2 Hz, H-7, 7'), 1.86~1.90 (2H, m, H-8, 8'); ¹³C-NMR (150 MHz, CD₃OD) δ: 148.5 (C-3, 3'), 145.1 (C-4, 4'), 133.6 (C-1, 1'), 122.5 (C-6, 6'), 115.3 (C-5, 5'), 113.1 (C-2, 2'), 62.0 (C-9, 9'), 56.1 (3, 3'-OCH₃), 44.0 (C-8, 8'), 36.0 (C-7, 7')。以上数据与文献报道基本一致^[10], 故鉴定化合物 **8** 为开环异落叶松脂醇。

化合物 **9**: 白色粉末, mp 77~79 °C; EI-MS *m/z*: 382 [M]⁺, 364, 336, 195, 181, 167, 153, 139, 125, 111, 97, 83, 71, 57, 43。¹H-NMR (600 MHz, CDCl₃) δ: 0.87 (3H, t, *J* = 7.2 Hz, -CH₂CH₃), 3.67 (2H, t, *J* = 6.6 Hz, -CH₂OH), 1.58 (2H, m, -CH₂CH₂OH), 1.23~1.32 (46H, m, 23×CH₂)。以上数据与文献报道基本一致^[11], 故鉴定化合物 **9** 为正二十六醇。

化合物 **10**: 黄色粉末, ESI-MS *m/z*: 465 [M+H]⁺。¹H-NMR (600 MHz, CD₃OD) δ: 7.60 (1H, dd, *J* = 8.4, 1.8 Hz, H-6'), 7.73 (1H, d, *J* = 8.4 Hz, H-5'), 6.91 (1H, d, *J* = 1.8 Hz, H-2'), 6.42 (1H, s, H-8), 6.23 (1H, d, *J* = 1.8 Hz, H-6), 5.24 (1H, d, *J* = 7.2 Hz, H-1''); ¹³C-NMR (150 MHz, CD₃OD) δ: 158.4 (C-2), 135.5 (C-3), 179.4 (C-4), 159.1 (C-5), 100.1 (C-6), 165.9 (C-7), 95.1 (C-8), 158.4 (C-9), 105.1 (C-10), 102.2 (C-1''), 75.6 (C-2''), 78.2 (C-3''), 71.1 (C-4''), 77.9 (C-5''), 62.4 (C-6''), 122.9 (C-1'), 116.1 (C-2'), 145.8 (C-3'), 149.8 (C-4'), 117.6 (C-5'), 123.2 (C-6')。

以上数据与文献报道基本一致^[12], 故鉴定化合物 **10** 为异槲素皮苷。

化合物 **11**: 黄色粉末, mp 312~315 °C; EI-MS m/z : 302 $[M]^+$ 。 $^1\text{H-NMR}$ (600 MHz, $\text{DMSO-}d_6$) δ : 12.53 (1H, s, 5-OH), 10.76 (1H, s, 7-OH), 9.39 (1H, s, 3-OH), 9.63 (1H, brs, 3'-OH), 9.34 (1H, s, 4'-OH), 6.42 (1H, d, $J = 2.0$ Hz, H-8), 6.20 (1H, d, $J = 2.0$ Hz, H-6), 7.69 (1H, d, $J = 2.0$ Hz, H-2'), 7.57 (1H, dd, $J = 2.0, 8.5$ Hz, H-6'), 6.90 (1H, d, $J = 2.0$ Hz, H-5'); $^{13}\text{C-NMR}$ (150 MHz, $\text{DMSO-}d_6$) δ : 156.5 (C-2), 135.9 (C-3), 176.2 (C-4), 148.0 (C-5), 98.6 (C-6), 164.2 (C-7), 93.9 (C-8), 161.1 (C-9), 103.2 (C-10), 122.3 (C-1'), 115.1 (C-2'), 145.7 (C-3'), 147.2 (C-4'), 115.9 (C-5'), 120.1 (C-6')。以上数据与文献报道基本一致^[13], 故鉴定化合物 **11** 为槲皮素。

化合物 **12**: 白色针晶(甲醇), mp 173~175 °C; $^{13}\text{C-NMR}$ (600 MHz, CD_3OD) δ : 128.4 (C-1), 116.5 (C-2), 149.7 (C-3), 150.6 (C-4), 116.7 (C-5), 124.5 (C-6), 147.1 (C- α), 112.1 (C- β), 172.0 (C=O), 56.6 (-OCH₃)。以上数据与文献报道基本一致^[1], 与阿魏酸的对照品混合熔点不下降, 并且 R_f 值相同, 故鉴定化合物 **12** 为阿魏酸。

化合物 **13**: 无色针晶(甲醇), mp 166~168 °C, Liebermann-Burchard 反应呈阳性。 $^{13}\text{C-NMR}$ (600 MHz, CDCl_3) δ : 37.7 (C-1), 31.7 (C-2), 72.1 (C-3), 42.5 (C-4), 140.9 (C-5), 121.9 (C-6), 32.3 (C-7), 32.5 (C-8), 50.4 (C-9), 36.8 (C-10), 21.6 (C-11), 39.9 (C-12), 41.0 (C-13), 57.3 (C-14), 24.6 (C-15), 29.3 (C-16), 56.5 (C-17), 12.3 (C-18), 19.8 (C-19), 40.8 (C-20), 21.5 (C-21), 138.6 (C-22), 129.7 (C-23), 51.6 (C-24), 32.3 (C-25), 19.3 (C-26), 12.6 (C-27), 21.4 (C-28), 19.3 (C-29)。以上数据与文献报道一致^[1], 故鉴定化合物 **13** 为豆甾醇。

化合物 **14**: 黄色无定形粉末, mp 236~239 °C; $^1\text{H-NMR}$ (600 MHz, $\text{DMSO-}d_6$) δ : 7.45 (1H, dd, $J = 8.4, 2.4$ Hz, H-6'), 6.90 (1H, d, $J = 8.4$ Hz, H-5'), 6.78 (1H, d, $J = 1.8$ Hz, H-8), 6.74 (1H, s, H-3), 6.44 (1H, d, $J = 2.4$ Hz, H-6), 5.07 (1H, d, $J = 7.8$ Hz, H-1''); $^{13}\text{C-NMR}$ (150 MHz, $\text{DMSO-}d_6$) δ : 164.5 (C-2), 103.2 (C-3), 181.9 (C-4), 161.1 (C-5), 99.4 (C-6), 162.9 (C-7), 94.7 (C-8), 156.9 (C-9), 105.3 (C-10), 121.3 (C-1'), 115.6 (C-2'), 145.8 (C-3'), 149.9 (C-4'), 113.1 (C-5'), 119.2 (C-6'), 99.9 (C-1''), 73.1 (C-2''), 76.5

(C-3''), 69.5 (C-4''), 77.1 (C-5''), 60.6 (C-6'')。以上数据与文献报道基本一致^[14], 故鉴定化合物 **14** 为木犀草素-7-*O*- β -D-葡萄糖醛酸苷。

化合物 **15**: 白色无定形粉末。 $^1\text{H-NMR}$ (600 MHz, $\text{C}_5\text{D}_5\text{N}$) δ : 4.51 (2H, dd, $J = 8.4, 4.8$ Hz, H-1), 5.12 (1H, m, H-2), 4.40 (1H, m, H-3), 4.31 (1H, m, H-4), 1.30 (2H, m, H-5), 1.30 (2H, m, H-6), 1.30 (28H, m, H-7~20), 1.30 (2H, m, H-21), 1.30 (2H, m, H-22), 1.30 (2H, m, H-23), 1.30 (2H, m, H-24), 1.0 (3H, t, $J = 8.4$ Hz, H-25); $^{13}\text{C-NMR}$ (150 MHz, $\text{C}_5\text{D}_5\text{N}$) δ : 62.4 (C-1), 53.4 (C-2), 77.2 (C-3), 73.4 (C-4), 34.8 (C-5), 27.3 (C-6), 30.6 (C-7~20), 28.4 (C-21), 37.3 (C-22), 23.3 (C-24), 14.6 (C-25), 175.7 (C-1'), 72.8 (C-2'), 34.8 (C-3'), 26.6 (C-4'), 30.5 (C-5'~15'), 32.5 (C-16'), 23.3 (C-17'), 14.6 (C-18')。以上数据与文献报道基本一致^[15], 故鉴定化合物 **15** 为 (*R*)-2'-hydroxy-*N*-[(2*S*,3*S*,4*R*)-1,3,4-trihydroxy-hexacosan-2-yl] nonadanamide。

化合物 **16**: 淡黄色粉末, ESI-MS m/z : 529 $[M-H]^-$ 。 $^1\text{H-NMR}$ (600 MHz, CD_3OD) δ : 7.61 (1H, d, $J = 16.0$ Hz, H-8), 7.55 (1H, d, $J = 16.0$ Hz, H-7), 7.09 (1H, d, $J = 2.4$ Hz, H-2), 7.00 (1H, d, $J = 2.4$ Hz, H-2'), 6.96 (2H, dd, $J = 2.4, 9.0$ Hz, H-6), 6.80 (2H, d, $J = 9.0$ Hz, H-6'), 6.28 (1H, d, $J = 16.0$ Hz, H-8'), 6.20 (1H, d, $J = 16.0$ Hz, H-7'), 5.60 (1H, m, H-3''), 5.16 (1H, dd, $J = 3.6, 8.6$ Hz, H-5''), 4.39 (1H, m, H-4''), 3.79 (3H, s, -OCH₃), 2.30 (4H, m, H-2'', 6''); $^{13}\text{C-NMR}$ (150 MHz, CD_3OD) δ : 76.8 (C-3''), 39.4 (C-2'', 6''), 70.1 (C-4''), 75.6 (C-5''), 69.5 (C-4''), 176.1 (C-7''), 128.4 (C-6), 128.5 (C-6'), 116.5 (C-1'), 147.4 (C-4'), 150.2 (C-4), 117.4 (C-5), 124.4 (C-2, 2'), 148.3 (C-3, 3'), 115.3 (C-1'), 116.3 (C-5'), 168.3 (C-9), 169.3 (C-9''), 54.1 (-OCH₃)。以上数据与文献报道基本一致^[3], 故鉴定化合物 **16** 为 macrathoin F。

化合物 **17**: 黄色粉末。 $^1\text{H-NMR}$ (600 MHz, CD_3OD) δ : 2.16 (1H, dd, $J = 14.6, 9.0$ Hz, H-6a), 2.63 (2H, m, H-2b, 6b), 2.64 (1H, dd, $J = 14.6, 4.0$ Hz, H-2a), 3.76 (1H, dd, $J = 8.6, 4.0$ Hz, H-4), 4.49 (1H, ddd, $J = 4.5, 4.0, 3.4$ Hz, H-3), 5.48 (1H, ddd, $J = 9.0, 8.0, 4.0$ Hz, H-5), 6.34 (1H, d, $J = 16.0$ Hz, H-8'), 6.50 (1H, d, $J = 16.0$ Hz, H-8''), 6.85 (2H, d, $J = 7.2$ Hz, H-5', 5''), 7.06 (2H, d, $J = 7.2$ Hz, H-6', 6''), 7.14 (2H, s, H-2'), 7.15 (1H, s, H-2''), 7.65 (2H, d, $J = 16.0$ Hz,

H-7', 7''); ^{13}C -NMR (150 MHz, CD_3OD) δ : 82.0 (C-1), 36.6 (C-2), 70.3 (C-3), 74.1 (C-4), 72.7 (C-5), 37.6 (C-6), 175.7 (C-7), 128.9 (C-1'), 116.2 (C-2'), 147.8 (C-3'), 150.2 (C-4'), 117.7 (C-5'), 124.3 (C-6'), 148.2 (C-7'), 116.0 (C-8'), 168.6 (C-9'), 128.9 (C-1''), 1116.2 (C-2''), 147.5 (C-3''), 150.5 (C-4''), 117.4 (C-5''), 124.9 (C-6''), 148.9 (C-7''), 116.4 (C-8''), 169.0 (C-9''). 以上数据与文献报道基本一致^[16], 故鉴定化合物 **17** 为 1,5-二-*O*-咖啡酰奎尼酸。

化合物 **18**: 白色粉末(甲醇), mp 112~114 °C; ^1H -NMR (600 MHz, CD_3OD) δ : 6.55 (1H, d, $J = 2.0$ Hz, H-2), 6.95 (1.0H, d, $J = 8.0$ Hz, H-5), 6.60 (1H, dd, $J = 2.0, 8.0$ Hz, H-6), 2.90 (2H, m, H-7), 2.68 (1H, m, H-8), 6.71 (1H, s, H-2'), 6.80 (1H, d, $J = 8.0$ Hz, H-5'), 6.67 (1H, d, $J = 8.0$ Hz, H-6'), 2.70 (1H, dd, $J = 14.6, 7.4$ Hz, H-7 β), 2.53 (1H, dd, $J = 14.6, 7.4$ Hz, H-7 α), 2.64 (1H, m, H-8'), 4.15 (2H, m, H-9'); ^{13}C -NMR (150 MHz, CD_3OD) δ : 133.5 (C-1), 113.5 (C-2), 150.1 (C-3), 148.2 (C-4), 112.5 (C-5), 121.3 (C-6), 39.0 (C-7), 42.0 (C-8), 179.6 (C-9), 131.0 (C-1'), 113.6 (C-2'), 150.7 (C-3'), 146.0 (C-4'), 117.6 (C-5'), 124.0 (C-6'), 35.2 (C-7'), 47.3 (C-8'), 180.3 (C-9'), 57.0, 57.3, 57.1 ($3 \times \text{OCH}_3$), 102.2 (Glc-C-1), 74.1 (Glc-C-2), 77.1 (Glc-C-3), 70.2 (Glc-C-4), 76.0 (Glc-C-5), 62.0 (Glc-C-6)。以上数据与文献报道基本一致^[17], 故鉴定化合物 **18** 为牛蒡苷。

化合物 **19**: 无色油状物, ^1H -NMR (600 MHz, CDCl_3) δ : 1.69 (1H, d, $J = 9.6$ Hz, H-3), 2.34 (1H, m, H-4), 4.46 (1H, brs, H-8), 1.63 (1H, m, H-9), 2.13 (1H, m, H-10), 5.12 (1H, m, H-11), 2.02 (1H, m, H-13), 2.10 (1H, m, H-14), 5.16 (1H, m, H-15), 2.02 (1H, m, H-17), 2.10 (1H, m, H-18), 5.12 (1H, m, H-19), 1.63 (1H, brs, H-21), 1.69 (1H, s, H-22), 1.61 (1H, s, H-23), 1.61 (1H, s, H-24), 1.28 (1H, s, H-25), 2.23 (1H, s, H-26), 2.19 (1H, s, H-28); ^{13}C -NMR (150 MHz, CDCl_3) δ : 75.2 (C-2), 31.3 (C-3), 20.8 (C-4), 117.5 (C-4a), 115.5 (C-5), 122.2 (C-6), 144.9 (C-7), 127.1 (C-8), 146.1 (C-8a), 40.0 (C-9), 22.4 (C-10), 124.4 (C-11), 135.4 (C-12), 39.9 (C-13), 26.9 (C-14), 124.6 (C-15), 136.6 (C-16), 40.1 (C-17), 27.1 (C-18), 124.6 (C-19), 131.4 (C-20), 17.9 (C-21), 25.9 (C-22), 16.1 (C-23), 16.3 (C-24), 23.8 (C-25), 12.4 (C-26), 12.2 (C-28)。以上数据与文献报道基本一致^[18], 故

鉴定化合物 **19** 为 parvifoliols G。

化合物 **20**: 棕色油状物, ESI-MS m/z : 161 [$\text{M} + \text{H}$] $^+$, 确定相对分子质量为 127。 ^1H -NMR (600 MHz, CDCl_3) δ : 9.55 (1H, s, CHO), 7.23 (1H, d, $J = 3.3$ Hz, H-3), 6.52 (1H, d, $J = 3.3$ Hz, H-4), 4.70 (2H, s, H-6); ^{13}C -NMR (150 MHz, CDCl_3) δ : 177.8 (C-1), 152.2 (C-2), 123.2 (C-3), 109.9 (C-4), 160.9 (C-5), 57.3 (C-6)。以上数据与文献报道一致^[19], 故鉴定化合物 **20** 为 5-羟甲基糠醛。

化合物 **21**: 白色粉末(甲醇), TLC 上 10% 硫酸-乙醇溶液显紫红色, Liebermann-Burchard 反应呈阳性, 与胡萝卜苷对照品共薄层 R_f 值一致, 混合熔点不下降, 故鉴定化合物 **21** 为胡萝卜苷。

化合物 **22**: 淡黄色针状结晶(丙酮), 三氯化铁-铁氰化钾反应阳性, 表明存在酚羟基。 ^1H -NMR (600 MHz, $\text{DMSO}-d_6$) δ : 7.53 (1H, d, $J = 8.7$ Hz, H-6), 7.48 (1H, brs, H-2), 6.73 (1H, d, $J = 8.7$ Hz, H-5), 3.87 (3H, s, $3-\text{OCH}_3$)。 ^{13}C -NMR (150 MHz, $\text{DMSO}-d_6$) δ : 167.9 (COOH), 151.8 (C-4), 148.1 (C-3), 124.1 (C-6), 122.3 (C-1), 115.8 (C-2), 113.4 (C-5), 55.8 (OCH₃)。以上数据与文献报道一致^[20], 故鉴定化合物 **22** 为香草酸。

化合物 **23**: 无色块状晶体(水), 与蔗糖对照品共薄层 R_f 值一致, 混合熔点不下降, 故鉴定化合物 **23** 为蔗糖。

化合物 **24**: 黄色粉末(甲醇), mp 314~316 °C; 盐酸镁粉反应呈阳性, Molish 反应呈阳性, ESI-MS m/z : 633 [$\text{M} + \text{Na}$] $^+$; 分子式为 $\text{C}_{27}\text{H}_{30}\text{O}_{16}$ 。与芦丁对照品共薄层, R_f 值及显色行为一致, 混合熔点不下降, 故鉴定化合物 **24** 为芦丁。

化合物 **25**: 无色油状物, 分子式为 $\text{C}_{42}\text{H}_{46}\text{O}_{13}$, ^1H -NMR (600 MHz, CD_3OD) δ : 6.54 (1H, d, $J = 2.4$ Hz, H-2), 6.80 (1H, d, $J = 8.4$ Hz, H-5), 6.68 (1H, dd, $J = 8.4, 2.4$ Hz, H-6), 2.65 (1H, dd, $J = 13.5, 5.4$ Hz, H-7 β), 2.51 (1H, dd, $J = 13.5, 7.8$ Hz, H-7 α), 4.27 (1H, dd, $J = 9.6, 4.2$ Hz, H-9 β), 4.01 (1H, dd, $J = 19.6, 7.8$ Hz, H-9 α), 6.88 (1H, d, $J = 2.4$ Hz, H-2'), 6.74 (1H, d, $J = 8.4$ Hz, H-5'), 6.68 (1H, dd, $J = 8.4, 2.4$ Hz, H-6'), 3.24 (1H, dd, $J = 14.0, 5.4$ Hz, H-7' β), 2.95 (1H, dd, $J = 14.0, 6.8$ Hz, H-7' α), 2.74 (1H, m, H-8'), 6.42 (1H, d, $J = 2.4$ Hz, H-2''), 6.95 (1H, d, $J = 8.4$ Hz, H-5''), 6.65 (1H, dd, $J = 8.4, 2.4$ Hz, H-6''), 2.74 (1H, m, H-7'' β), 2.75 (1H, m, H-7'' α), 2.56 (1H, m,

H-8''), 4.23 (1H, dd, $J = 9.6, 4.2$ Hz, H-9'' β), 3.99 (1H, dd, $J = 19.6, 7.8$ Hz, H-9'' α), 6.45 (1H, s, H-2'''), 6.46 (1H, s, H-6'''), 3.37 (1H, m, H-7''' β), 3.36 (1H, m, H-7''' α), 2.62 (1H, m, H-8'''); ^{13}C -NMR (150 MHz, CD_3OD) δ : 131.7 (C-1), 112.8 (C-2), 149.5 (C-3), 148.9 (C-4), 112.7 (C-5), 120.6 (C-6), 39.9 (C-7), 43.7 (C-8), 72.8 (C-9), 130.5 (C-1'), 113.8 (C-2'), 145.8 (C-3'), 145.3 (C-4'), 113.8 (C-5'), 121.9 (C-6'), 35.4 (C-7'), 45.6 (C-8'), 178.1 (C-9'), 131.5 (C-1''), 113.6 (C-2''), 147.9 (C-3''), 145.4 (C-4''), 114.6 (C-5''), 121.8 (C-6''), 38.6 (C-7''), 42.5 (C-8''), 76.9 (C-9''), 135.5 (C-1'''), 109.8 (C-2'''), 151.7 (C-3'''), 137.5 (C-4'''), 150.8 (C-5'''), 109.8 (C-6'''), 35.5 (C-7'''), 48.6 (C-8'''), 179.9 (C-9'''), 56.4 (-OCH₃), 56.7 (-OCH₃), 56.1 (-OCH₃)。以上数据与文献报道基本一致^[21], 故鉴定化合物 **25** 为 neoarctinA。

化合物 **26**: 白色粉末, TLC 紫外 (365 nm) 下显蓝色荧光, 喷 $\text{AlCl}_3/\text{EtOH}$ 液, 荧光增强, 硫酸香草醛显浅紫红色, ESI-MS m/z : 369.0 $[\text{M} + \text{H}]^+$ 。 ^1H -NMR (600 MHz, $\text{DMSO}-d_6$) δ : 6.12 (1H, d, $J = 15.9$ Hz, H-8'), 7.44 (1H, d, $J = 15.9$ Hz, H-7'), 6.78 (1H, d, $J = 8.4$ Hz, H-5'), 6.99 (1H, dd, $J = 8.4, 2.1$ Hz, H-6'), 7.05 (1H, d, $J = 2.1$ Hz, H-2'), 9.42 (2H, 2-OH); ^{13}C -NMR (150 MHz, $\text{DMSO}-d_6$) δ : 76.2 (C-1), 35.4 (C-2), 71.2 (C-3), 70.6 (C-4), 70.2 (C-5), 38.9 (C-6), 174.8 (C-7), 52.1 (C-8), 166.7 (C-1'), 114.9 (C-2'), 145.1 (C-3'), 126.2 (C-4'), 115.4 (C-5'), 146.2 (C-6'), 148.7 (C-7'), 116.5 (C-8'), 121.8 (C-9')。以上数据与文献报道基本一致^[22], 故鉴定化合物 **26** 为绿原酸甲酯。

化合物 **27**: 淡黄色粉末, ESI-MS m/z : 353 $[\text{M} + \text{H}]^-$ 。 ^1H -NMR (600 MHz, $\text{DMSO}-d_6$) δ : 2.01 (2H, m, H-2), 3.95 (1H, brs, H-3), 3.57 (1H, m, H-4), 5.12 (1H, d, $J = 6.0$ Hz, H-5), 1.80 (2H, m, H-6), 7.06 (1H, d, $J = 1.8$ Hz, H-2'), 6.79 (1H, d, $J = 8.4$ Hz, H-5'), 7.01 (1H, dd, $J = 1.8, 8.2$ Hz, H-6'), 7.45 (1H, d, $J = 16.0$ Hz, H-7'), 6.18 (1H, d, $J = 16.0$ Hz, H-8'); ^{13}C -NMR (150 MHz, $\text{DMSO}-d_6$) δ : 71.2 (C-1, 3), 37.5 (C-2), 68.9 (C-4, 5), 37.3 (C-6), 175.5 (C-7), 126.3 (C-1'), 114.9 (C-2'), 145.1 (C-3'), 148.5 (C-4'), 115.8 (C-5'), 121.5 (C-6'), 145.8 (C-7'), 114.5 (C-8'), 166.2 (C-9')。以上数据与文献报道一致^[23], 故鉴定化合物 **27** 为 5-*O*-咖啡酰基奎宁酸。

化合物 **28**: 无色针晶 (甲醇)。 ^1H -NMR (600 MHz, $\text{DMSO}-d_6$) δ : 7.86 (1H, d, $J = 8.0$ Hz, H-6), 5.62 (1H, d, $J = 8.0$ Hz, H-5), 11.28 (1H, s, -NH), 5.76 (1H, d, $J = 5.2$ Hz, H-1'), 3.99 (1H, m, H-2'), 3.95 (1H, m, H-3'), 3.82 (1H, m, H-4'), 3.53 (1H, m, H-5'a), 3.59 (1H, m, H-5'b), 5.35 (1H, m, 2'-OH), 5.07 (1H, m, 3', 5'-OH); ^{13}C -NMR (150 MHz, $\text{DMSO}-d_6$) δ : 152.1 (C-2), 166.6 (C-4), 102.7 (C-5), 142.2 (C-6), 89.8 (C-1'), 73.0 (C-2'), 84.6 (C-3'), 69.8 (C-4'), 61.2 (C-5')。以上数据与文献报道一致^[24], 故鉴定化合物 **28** 为尿嘧啶核苷。

化合物 **29**: 白色粉末 (甲醇), mp 210~212 °C。 ^1H -NMR (600 MHz, $\text{DMSO}-d_6$) δ : 8.47 (1H, s, H-8), 8.21 (1H, s, H-2), 5.98 (1H, d, $J = 5.4$ Hz, H-1'), 4.61 (1H, t, $J = 4.8$ Hz, H-2'), 4.25 (1H, brs, H-3'), 4.01 (1H, brs, H-4), 3.77 (1H, dd, $J = 12.0, 2.7$ Hz, H-5'a), 3.65 (1H, dd, $J = 12.0, 2.7$ Hz, H-5'b); ^{13}C -NMR (100 MHz, $\text{DMSO}-d_6$) δ : 157.8 (C-6), 149.7 (C-4), 147.4 (C-2), 139.9 (C-8), 125.5 (C-5), 88.7 (C-1'), 86.9 (C-4'), 75.3 (C-2'), 71.5 (C-3'), 62.3 (C-5')。以上数据与文献报道一致^[25], 故鉴定化合物 **29** 为次黄嘌呤核苷。

化合物 **30**: 白色针晶, mp 226~229 °C。 ^1H -NMR (600 MHz, CDCl_3) δ : 7.91 (1H, d, $J = 9.6$ Hz, H-4), 7.51 (1H, d, $J = 8.4$ Hz, H-5), 6.77 (1H, dd, $J = 8.4, 1.8$ Hz, H-6), 6.70 (1H, d, $J = 1.8$ Hz, H-8), 6.19 (1H, d, $J = 9.6$ Hz, H-3); ^{13}C -NMR (150 MHz, CDCl_3) δ : 160.5 (C-2), 113.2 (C-3), 144.6 (C-4), 129.7 (C-5), 111.4 (C-6), 161.4 (C-7), 102.2 (C-8), 155.5 (C-9), 111.3 (C-10)。以上数据与文献报道基本一致^[1], 故鉴定化合物 **30** 为 7-羟基香豆素。

化合物 **31**: 白色粉末, FeCl_3 反应阳性。 ^1H -NMR (600 MHz, CD_3OD) δ : 2.20~2.60 (4H, m, H-2, 6), 3.76 (1H, dd, $J = 8.4, 2.4$ Hz, H-4), 4.19 (1H, m, H-3), 5.43 (1H, ddd, $J = 10.4, 8.4, 4.4$ Hz, H-5), 6.30 (1H, d, $J = 16.0$ Hz, H-8'), 6.76 (1H, d, $J = 8.4$ Hz, H-5'), 6.99 (1H, dd, $J = 8.4, 1.2$ Hz, H-6'), 7.09 (1H, d, $J = 1.2$ Hz, H-2'), 7.57 (1H, d, $J = 16.0$ Hz, H-7'); ^{13}C -NMR (150 MHz, CD_3OD) δ : 177.6 (COOH), 168.9 (C=O), 147.1 (C- β), 115.5 (C- α), 128.5 (C-1'), 117.0 (C-2'), 147.2 (C-3'), 150.1 (C-4'), 115.5 (C-5'), 123.4 (C-2''), 76.5 (C-1), 38.9 (C-2), 73.8 (C-3), 72.4 (C-4), 71.6 (C-5), 38.5 (C-6)。以上数据与文献报道一致^[22], 故鉴定化合物 **31** 为绿原酸。

化合物 **32**: 淡黄色粉末 (甲醇), mp 209~212 °C, TLC 紫外 (365 nm) 下显蓝色荧光, ESI-MS m/z : 179 $[M-H]^-$ 。 1H -NMR (600 MHz, DMSO- d_6) δ : 7.45 (1H, d, $J = 16.0$ Hz, H-7), 6.20 (1H, d, $J = 16.0$ Hz, H-8), 7.05 (1H, dd, $J = 3.0, 9.0$ Hz, H-2), 6.77 (1H, d, $J = 9.0$ Hz, H-5), 6.98 (1H, dd, $J = 3.0, 9.0$ Hz, H-6), 9.10 (1H, s, H-9); ^{13}C -NMR (150 MHz, DMSO- d_6) δ : 168.5 (C-9), 116.1 (C-8), 144.9 (C-7), 121.5 (C-6), 115.8 (C-5), 148.7 (C-4), 146.0 (C-3), 115.1 (C-2), 126.2 (C-1)。上述数据与文献报道一致^[23], 故鉴定化合物 **32** 为咖啡酸。

参考文献

- [1] 王月娥, 斯建勇, 李晓瑾, 等. 新疆阿魏种子化学成分的研究 [J]. 中国现代中药, 2011, 13(1): 26-28.
- [2] 张洪泉, 胡 坚. 新疆阿魏抗过敏的药理作用 [J]. 中药通报, 1986, 11(8): 49-52.
- [3] Wang L Y, Li X, Zhang S D, *et al.* Natural products as a gold mine for selective matrix metalloproteinases inhibitors [J]. *Bioorg Med Chem*, 2012, 20(13): 4164-4171.
- [4] 邢亚超, 汤迎湛, 潘 英, 等. 新疆阿魏树脂的化学成分研究 [J]. 现代药物与临床, 2013, 28(1): 11-13.
- [5] 李广志, 陈 峰, 沈连刚, 等. 石菖蒲根茎化学成分研究 [J]. 中草药, 2013, 44(7): 808-811.
- [6] 王文良. 耐盐微生物的分离及两株耐盐真菌次级代谢产物的研究 [D]. 青岛: 中国海洋大学, 2008.
- [7] 邱鹰昆, 窦德强, 徐碧霞, 等. 仙人掌肉质茎的化学成分 [J]. 沈阳药科大学学报, 2006, 23(5): 274-276.
- [8] 冷 光, 王海鸥, 明东升. 连翘中松脂素的分离鉴定和含量测定 [J]. 山西医科大学学报, 2003, 34(3): 227-228.
- [9] 周大铮, 易杨华, 毛士龙, 等. 香榧假种皮中的木脂素成分 [J]. 药学学报, 2004, 39(4): 269-271.
- [10] 杨保华, 张卫东, 顾正兵, 等. 长白落叶松树皮化学成分研究 [J]. 中国中药杂志, 2005, 30(4): 270-272.
- [11] 许文清, 龚小见, 周 欣, 等. 马兰化学成分研究 [J]. 中草药, 2010, 41(7): 1056-1060.
- [12] 张忠立, 左明月, 徐 璐, 等. 三白草黄酮类化学成分的研究 [J]. 中草药, 2011, 42(8): 1490-1493.
- [13] 陈秋竹, 林瑞超, 王钢力, 等. 金银花提取物化学成分研究 [J]. 中药材, 2010, 33(6): 920-922.
- [14] 靳 鑫, 时圣明, 张东方, 等. 穿心莲化学成分的研究 [J]. 中草药, 2012, 43(1): 47-50.
- [15] Ahmeda S, Ibrahima A, SatarArafa A. Anti-H5N1 virus metabolites from the Red Sea soft coral, *Sinularia candidula* [J]. *Tetrahedron Lett*, 2013, 54(19): 2377-2381.
- [16] 李 菁, 于德泉. 灯盏花化学成分研究 [J]. 中国中药杂志, 2011, 36(11): 1458-1462.
- [17] 李卓恒, 余彩平, 管海燕, 等. 牛蒡子化学成分的分离与鉴定 [J]. 中国药房, 2012, 23(39): 3696-3699.
- [18] Vatcharin R, Wanpen N, Souwalak P, *et al.* Phloroglucinols, depsidones and xanthenes from the twigs of *Garcinia parvifolia* [J]. *Tetrahedron*, 2006, 62(36): 8578-8585.
- [19] 段礼新. 中药复方三子养亲汤及其味药莱菔子物质基础的研究 [D]. 沈阳: 沈阳药科大学, 2007.
- [20] 陈 艳, 张国刚, 毛德双, 等. 半枝莲的化学成分研究 (I) [J]. 中国药物化学, 2008, 18(1): 48-50.
- [21] Wang H Y, Yang J S. NeoarctinA from *Arctiumlappa* L. [J]. *Chin Chem Lett*, 1995, 6(3): 217-220.
- [22] 柴兴云, 窦 静, 贺 清, 等. 山银花中酚酸类成分研究 [J]. 中国天然药物, 2004, 2(6): 339-340.
- [23] 靳 鑫, 时圣明, 张东方, 等. 穿心莲化学成分的研究 (II) [J]. 中草药, 2014, 45(2): 164-169.
- [24] 贾 陆, 李焕芬, 敬林林. 黄秋葵正丁醇部位化学成分的研究 [J]. 中草药, 2010, 41(11): 1771-1773.
- [25] 洪 奎, 谢 雪, 王雪晶, 等. 红花中含氮类化学成分研究 [J]. 中草药, 2014, 45(21): 3071-3073.