

· 基础研究 ·

人参果中皂苷类化学成分研究[△]

陶丽, 李珂珂*, 李东霞, 弓晓杰*

(大连大学 医学院, 辽宁 大连 116622)

[摘要] 目的: 研究人参果中的皂苷类化学成分。方法: 采用大孔吸附树脂、MCI gel、硅胶等柱色谱及半制备高效液相色谱方法进行分离、纯化, NMR、MS 等方法进行结构鉴定。结果: 从人参果的提取物中共分离鉴定了22个化合物, 分别为人参皂苷 F₂(1)、越南人参皂苷 R₈(2)、假人参皂苷 Rc₁(3)、人参皂苷 Re(4)、三七皂苷 R₂(5)、人参皂苷 F₅(6)、人参皂苷 F₃(7)、人参皂苷 Ia(8)、人参皂苷 LM₁(9)、20(S)-人参皂苷 Rg₂(10)、人参皂苷 Rc(11)、人参皂苷 F₁(12)、竹节参皂苷 Rd(13)、人参皂苷 Rb₂(14)、人参皂苷 Rb₁(15)、人参皂苷 Rh₆(16)、人参皂苷 Rh₄(17)、人参皂苷 Rh₅(18)、绞股蓝皂苷 XVII(19)、绞股蓝皂苷 IX(20)、三七皂苷 Fe(21)和西洋参皂苷 L₁₀(22)。结论: 化合物2、3、5、8、9、16、18~22为首次从人参果中分离得到。

[关键词] 人参属; 人参果; 人参皂苷; 化学成分

Saponin Constituents from Fruits of *Panax ginseng*

TAO Li, LI Ke-ke*, LI Dong-xia, GONG Xiao-jie*

(Medical College of Dalian University, Dalian 116622, China)

[Abstract] **Objective:** To study the saponin constituents of in the fruits of *Panax ginseng* C. A. Meyer. **Methods:** The chemical constituents were isolated and purified by various chromatographic methods including macroporous resin, MCI gel, silica gel columns and semi-preparative HPLC, and their structures were identified by NMR and MS data analysis. **Results:** Twenty-two compounds were isolated and identified as ginsenoside F₂(1), viana-ginsenoside R₈(2), pseudo-ginsenoside Rc₁(3), ginsenoside Re(4), notoginsenoside R₂(5), ginsenoside F₅(6), ginsenoside F₃(7), ginsenoside Ia(8), chikusetsusaponin LM₁(9), 20(S)-ginsenoside Rg₂(10), ginsenoside Rc(11), ginsenoside F₁(12), ginsenoside Rd(13), ginsenoside Rb₂(14), ginsenoside Rb₁(15), ginsenoside Rh₆(16), ginsenoside Rh₄(17), ginsenoside Rh₅(18), gypenoside XVII(19), gypenoside IX(20), notoginsenoside Fe(21) and quinquenoside L₁₀(22). **Conclusion:** Compounds 2, 3, 5, 8, 9, 16, 18-22 were isolated from the fruits of *P. ginseng* for the first time.

[Keywords] *Panax*; fruits of *Panax ginseng*; ginsenoside; chemical constituents

doi:10.13313/j.issn.1673-4890.20180402004

人参果为五加科植物人参 *Panax ginseng* C. A. Meyer 的成熟果实。近年来, 随着对人参根日趋完善的研究和应用, 对人参地上部分(茎、叶、花蕾、果实)的研究也引起了广大学者的兴趣。人参果作为人参地上部位的一部分, 其主要有效成分为人参皂苷, 并且其人参皂苷的含量约为根部的4倍^[1]。人参果中的人参皂苷具有显著的抗肿瘤^[2-4]、抗糖尿病^[5-9]、抗心脑血管疾病^[10]、抗炎^[11]、抗癫痫^[12]、

抗氧化^[13]等药理活性。基于人参果总皂苷较好的药理作用, 目前已被开发成多种药物, 如人参果皂苷注射液、振源口服液、振源胶囊等^[14]。在课题组对人参的根、茎叶及花蕾中皂苷类化学成分和其药理学作用进行研究的基础上^[15-24], 为了更全面地认识和开发利用人参果这一植物资源, 我们对人参果中的皂苷类化学成分进行了比较系统的研究, 从中分离并鉴定了22个化合物, 其中化合物2、3、5、8、

[△] [基金项目] 国家自然科学基金项目(81603272); 辽宁省高等学校创新团队支持计划项目(LT2016017); 大连市高层次人才创新支持计划项目(2017RQ152)

* [通信作者] 李珂珂, 副教授, 研究方向: 天然活性物质的发现及应用; E-mail: like905219@163.com
弓晓杰, 教授, 博士生导师, 研究方向: 天然活性物质的发现及应用; E-mail: gxjclr@163.com

9、16、18~22为首次从人参果中分离得到。

1 仪器与材料

Bruker AV 400 型核磁共振波谱仪 (Bruker Bio-Spin AG Facilities, Fällanden, 瑞典); 岛津液质联用仪 (日本); 配置岛津 Nexera X2 型液相色谱仪 (包括 LC-30AD 二元泵、SIL-30AC 自动进样器、SPD-M30A 检测器和 CTO-20AC 柱温箱) 和 8050 型质谱仪; CXTH 3000 型半制备高效液相色谱仪 (SP-HPLC, 北京创新通恒科技发展有限公司), 配置 UV3000 检测器、P3050 二元泵、Daisogel C₁₈ 色谱柱 (250 mm × 20 mm, 10 μm), 紫外检测波长为 203 nm, 体积流量为 5 mL·min⁻¹; 大孔吸附树脂用 Diaion HP-20 (日本三菱); SBC MCI GEL 反相色谱 (F 型, 75~150 μm, 成都科谱生物有限公司); 柱色谱硅胶 (200~300 目) 和薄层色谱 (TLC) 硅胶板 GF254 (0.20~0.25 mm), 均为青岛海洋化工厂产品; 三氯甲烷、甲醇、乙腈等试剂为分析纯或色谱纯。

人参果样品于 2016 年 9 月采自吉林省集安市, 经弓晓杰教授鉴定为五加科人参属植物人参 *Panax ginseng* C. A. Mey. 的果实。凭证标本 (2016004) 存放于大连大学医学院中药研究室。

2 提取与分离

新鲜的人参果 4.9 kg, 去除种子得果肉浆, 用甲醇加热回流提取 3 次, 加甲醇量依次为原料量的 20、15、10 倍量, 依次提取 3、2、1.5 h。合并提取液, 减压浓缩, 得浸膏 262 g, 然后依次用环己烷和水饱和的正丁醇萃取, 得到环己烷层 (14.3 g)、正丁醇层 (145.5 g) 和水层 (103.5 g)。取正丁醇层 140 g, 将其用水溶解后通过 Diaion HP-20 大孔吸附树脂柱, 依次用水及 20%、40%、60%、80% 乙醇水溶液和乙醇梯度洗脱, 得到 6 个流分 Fr. 1 (3.1 g)、Fr. 2 (2.0 g)、Fr. 3 (4.5 g)、Fr. 4 (62.7 g)、Fr. 5 (57.6 g) 及 Fr. 6 (3.5 g)。

Fr. 3 (4.5 g) 通过 MCI 凝胶柱色谱, 经 30%、40% 甲醇水溶液及甲醇梯度洗脱, 得到 3 个流分 (C1~C3)。C3 (0.5 g) 经半制备 HPLC, 先后用 (MeOH-H₂O, 10:90) 及 (MeOH-H₂O, 20:80) 分离、纯化, 得到化合物 1 (人参皂苷 F₂, 10 mg)、2 (越南人参皂苷 R₈, 8 mg)、3 (假人参皂苷 Rc₁, 15 mg)。

Fr. 4 (42.7 g) 经过反复硅胶柱色谱, CHCl₃-

MeOH-H₂O (10:3:0.4→2:3:0.4) 梯度洗脱, 得到 6 个流分 (C1~C6)。C1 (10.8 g) 经半制备 HPLC (CH₃CN-H₂O, 27:73) 分离, 得流分 C1-1 (4.2 g) 和 C1-2 (5.6 g); C1-1 再经半制备 HPLC (CH₃CN-H₂O, 20:80) 纯化, 得到化合物 4 (人参皂苷 Re, 2.1 g)、5 (三七皂苷 R₂, 7.5 mg)。C1-2 再经半制备 HPLC (CH₃CN-H₂O, 30:70) 纯化, 得到化合物 6 (人参皂苷 F₅, 2.1 g)、7 (人参皂苷 F₃, 1.5 g)、8 (人参皂苷 Ia, 6.4 mg)、9 (竹节参皂苷 LM₁, 7.2 mg)。

Fr. 5 (46.5 g) 通过 MCI 凝胶柱色谱, 用 60%、80% 甲醇水溶液及甲醇梯度洗脱, 得到 8 个流分 (C1~C8)。C1 (11.5 g) 经半制备 HPLC (MeOH-H₂O, 67:33) 反复纯化, 得到化合物 10 [20(S)-人参皂苷 Rg₂, 8.2 mg]、11 (人参皂苷 Rc, 10.1 mg)、12 (人参皂苷 F₁, 6.7 mg)、13 (人参皂苷 Rd, 12.3 mg)、14 (人参皂苷 Rb₂, 8.6 mg)、15 (人参皂苷 Rb₁, 9.1 mg)、16 (人参皂苷 Rh₆, 9.4 mg)。C6 (14.1 g) 经半制备 HPLC (MeOH-H₂O, 73:27) 反复分离纯化, 得到化合物 17 (人参皂苷 Rh₄, 8.2 mg)、18 (人参皂苷 Rh₅, 5.1 mg)、19 (绞股蓝皂苷 XVII, 10.2 mg)、20 (绞股蓝皂苷 IX, 10.5 mg)、21 (三七皂苷 Fe, 11.2 mg)、22 (西洋参皂苷 L₁₀, 12.1 mg)。

3 结构鉴定

所有 22 个化合物在 TLC 上展开后喷雾 10% 硫酸乙醇试液皆显紫色斑点, Libermann-Burchard 反应皆呈阳性, 提示它们均为三萜皂苷类化合物。

化合物 1: 白色无定型粉末, 分子式 C₄₂H₇₂O₁₃。ESI-TOF-MS *m/z* 785.5 [M+H]⁺。¹H-NMR (pyridine-*d*₅, 500 MHz): δ_H 5.25 (1H, t, *J* = 7.5 Hz, H-24), 5.21 (1H, d, *J* = 8.0 Hz, H-glc-1''), 4.97 (1H, d, *J* = 8.0 Hz, H-glc-1'); 8 个甲基质子: δ_H 1.65 (3H, s), 1.62 (6H, s), 1.33 (3H, s), 1.02 (3H, s), 1.00 (3H, s), 0.98 (3H, s), 0.84 (3H, s)。¹³C-NMR (pyridine-*d*₅, 125 MHz) 数据见表 1。参照文献^[20], 鉴定为人参皂苷 F₂。

化合物 2: 白色无定型粉末, 分子式 C₄₈H₈₂O₁₉。ESI-TOF-MS *m/z* 985.5 [M+Na]⁺。¹H-NMR (pyridine-*d*₅, 500 MHz): δ_H 6.30 (1H, m, H-23), 6.02 (1H, d, *J* = 15.5 Hz, H-24), 5.40 (1H, d, *J* = 7.5 Hz, H-glc-1'''), 5.22 (1H, d, *J* = 7.5 Hz, H-glc-1''), 4.95 (1H, d, *J* = 7.5 Hz, H-glc-1'); 8 个甲基质

子: δ_{H} 1.61 (3H, s), 1.56 (3H, s), 1.55 (3H, s), 1.32 (3H, s), 1.15 (3H, s), 1.03 (3H, s), 0.92 (3H, s), 0.87 (3H, s)。 $^{13}\text{C-NMR}$ (pyridine- d_5 , 125 MHz)数据见表1。参考文献^[25], 鉴定为越南人参皂苷 R_8 。

化合物3: 白色无定型粉末, 分子式 $\text{C}_{50}\text{H}_{84}\text{O}_{19}$ 。ESI-TOF-MS m/z 989.5 $[\text{M} + \text{H}]^+$ 。 $^1\text{H-NMR}$ (pyridine- d_5 , 500 MHz): δ_{H} 5.27 (1H, t, $J = 6.5$ Hz, H-24), 5.34 (1H, d, $J = 7.5$ Hz, H-glc-1'''), 5.21 (1H, d, $J = 8.0$ Hz, H-glc-1'), 4.93 (1H, d, $J = 7.5$ Hz, H-glc-1'); 8个甲基质子: δ_{H} 1.65 (3H, s), 1.62 (3H, s), 1.55 (3H, s), 1.35 (3H, s), 1.15 (3H, s), 0.99 (3H, s), 0.98 (3H, s), 0.87 (3H, s)。 $^{13}\text{C-NMR}$ (pyridine- d_5 , 125 MHz)数据见表1。参考文献^[26], 鉴定为假人参皂苷 Rc_1 。

化合物4: 白色无定型粉末, 分子式 $\text{C}_{48}\text{H}_{82}\text{O}_{18}$ 。ESI-TOF-MS m/z 947.5 $[\text{M} + \text{H}]^+$ 。 $^1\text{H-NMR}$ (pyridine- d_5 , 500 MHz): δ_{H} 6.47 (1H, br s, H-rha-1''), 5.34 (1H, t, $J = 7.4$ Hz, H-24), 5.24 (1H, d, $J = 8.0$ Hz, H-glc-1'), 5.16 (1H, d, $J = 7.8$ Hz, H-glc-1'''); 8个甲基质子: δ_{H} 2.11 (3H, s), 1.66 (6H, s), 1.61 (3H, s), 1.38 (3H, s), 1.19 (3H, s), 0.98 (3H, s), 0.96 (3H, s)。 $^{13}\text{C-NMR}$ (pyridine- d_5 , 125 MHz)数据见表2。参考文献^[20], 鉴定为人参皂苷 Re 。

化合物5: 白色无定型粉末, 分子式 $\text{C}_{41}\text{H}_{70}\text{O}_{13}$ 。ESI-TOF-MS m/z 771.5 $[\text{M} + \text{H}]^+$ 。 $^1\text{H-NMR}$ (pyridine- d_5 , 500 MHz): δ_{H} 5.76 (1H, d, $J = 7.0$ Hz, H-glc-1'), 5.35 (1H, t, $J = 7.0$ Hz, H-24), 5.33 (1H, d, $J = 5.0$ Hz, H-xyl-1''); 8个甲基质子: δ_{H} 2.08 (3H, s), 1.69 (3H, s), 1.66 (3H, s), 1.47 (3H, s), 1.42 (3H, s), 1.19 (3H, s), 0.99 (3H, s), 0.83 (3H, s)。 $^{13}\text{C-NMR}$ (pyridine- d_5 , 125 MHz)数据见表2。参考文献^[27], 鉴定为三七皂苷 R_2 。

化合物6: 白色无定型粉末, 分子式 $\text{C}_{41}\text{H}_{70}\text{O}_{13}$ 。ESI-TOF-MS m/z 771.5 $[\text{M} + \text{H}]^+$ 。 $^1\text{H-NMR}$ (pyridine- d_5 , 500 MHz): δ_{H} 5.34 (1H, t, $J = 7.0$ Hz, H-24), 5.17 (1H, br s, H-ara-1''), 5.13 (1H, d, $J = 8.0$ Hz, H-glc-1'); 8个甲基质子: δ_{H} 1.99 (3H, s), 1.65 (3H, s), 1.62 (3H, s), 1.60 (3H, s), 1.46 (3H, s), 1.12 (3H, s), 1.02 (3H, s), 0.98 (3H, s)。 $^{13}\text{C-NMR}$ (pyridine- d_5 , 125 MHz)数据见表

2。参考文献^[23], 鉴定为人参皂苷 F_5 。

化合物7: 白色无定型粉末, 分子式 $\text{C}_{41}\text{H}_{70}\text{O}_{13}$ 。ESI-TOF-MS m/z 771.5 $[\text{M} + \text{H}]^+$ 。 $^1\text{H-NMR}$ (pyridine- d_5 , 500 MHz): δ_{H} 5.35 (1H, br s, H-24), 5.11 (1H, d, $J = 8.0$ Hz, H-glc-1'), 4.97 (1H, br s, H-ara-1''); 8个甲基质子: δ_{H} 1.98 (3H, s), 1.69 (3H, s), 1.65 (3H, s), 1.63 (3H, s), 1.45 (3H, s), 1.11 (3H, s), 1.02 (3H, s), 0.99 (3H, s)。 $^{13}\text{C-NMR}$ (pyridine- d_5 , 125 MHz)数据见表2。参考文献^[23], 鉴定为人参皂苷 F_3 。

化合物8: 白色无定型粉末, 分子式 $\text{C}_{42}\text{H}_{72}\text{O}_{14}$ 。ESI-TOF-MS m/z 801.5 $[\text{M} + \text{H}]^+$ 。 $^1\text{H-NMR}$ (pyridine- d_5 , 500 MHz): δ_{H} 5.27 (1H, t, $J = 7.0$ Hz, H-24), 5.20 (1H, d, $J = 7.5$ Hz, H-glc-1'), 5.00 (1H, d, $J = 7.5$ Hz, H-glc-1''); 8个甲基质子: δ_{H} 2.07 (3H, s), 1.63 (6H, s), 1.61 (3H, s), 1.43 (3H, s), 1.06 (3H, s), 1.00 (3H, s), 0.94 (3H, s)。 $^{13}\text{C-NMR}$ (pyridine- d_5 , 125 MHz)数据见表2。参考文献^[28], 鉴定为人参皂苷 Ia 。

化合物9: 白色无定型粉末, 分子式 $\text{C}_{41}\text{H}_{70}\text{O}_{13}$ 。ESI-TOF-MS m/z 771.5 $[\text{M} + \text{H}]^+$ 。 $^1\text{H-NMR}$ (pyridine- d_5 , 500 MHz): δ_{H} 5.33 (1H, m, H-24), 5.13 (1H, d, $J = 7.5$ Hz, H-glc-1'), 4.99 (1H, d, $J = 7.5$ Hz, H-xyl-1''); 8个甲基质子: δ_{H} 1.99 (3H, s), 1.67 (3H, s), 1.65 (3H, s), 1.63 (3H, s), 1.46 (3H, s), 1.10 (3H, s), 1.01 (3H, s), 0.99 (3H, s)。 $^{13}\text{C-NMR}$ (pyridine- d_5 , 125 MHz)数据见表2。参考文献^[29], 鉴定为人参皂苷 LM_1 。

化合物10: 白色无定型粉末, 分子式 $\text{C}_{42}\text{H}_{72}\text{O}_{13}$ 。ESI-TOF-MS m/z 785.5 $[\text{M} + \text{H}]^+$ 。 $^1\text{H-NMR}$ (pyridine- d_5 , 500 MHz): δ_{H} 6.50 (1H, br s, H-rha-1''), 5.36 (1H, t, $J = 7.0$ Hz, H-24), 5.29 (1H, d, $J = 7.0$ Hz, H-glc-1'); 8个甲基质子: δ_{H} 2.13 (3H, s), 1.70 (3H, s), 1.66 (3H, s), 1.42 (3H, s), 1.38 (3H, s), 1.22 (3H, s), 1.00 (3H, s), 0.98 (3H, s)。 $^{13}\text{C-NMR}$ (pyridine- d_5 , 125 MHz)数据见表2。参考文献^[30], 鉴定为20(S)-人参皂苷 Rg_2 。

化合物11: 白色无定型粉末, 分子式 $\text{C}_{53}\text{H}_{90}\text{O}_{22}$ 。ESI-TOF-MS m/z 1079.6 $[\text{M} + \text{H}]^+$ 。 $^1\text{H-NMR}$ (pyridine- d_5 , 500 MHz): δ_{H} 5.67 (1H, br s, H-ara-1'''), 5.39 (1H, d, $J = 7.5$ Hz, H-glc-1''), 5.33 (1H, t, $J = 7.0$ Hz, H-24), 5.15 (1H, d, $J = 8.0$ Hz,

H-glc-1'''), 4.93 (1H, d, $J = 7.5$ Hz, H-glc-1'); 8个甲基质子: δ_{H} 1.69(3H, s), 1.65(3H, s), 1.64(3H, s), 1.29(3H, s), 1.12(3H, s), 0.97(6H, s), 0.82(3H, s)。 $^{13}\text{C-NMR}$ (pyridine- d_5 , 125 MHz)数据见表1。参考文献^[31], 鉴定为人参皂苷 Rc。

化合物**12**: 白色无定型粉末, 分子式 $\text{C}_{36}\text{H}_{62}\text{O}_9$ 。ESI-TOF-MS m/z 639.4 $[\text{M} + \text{H}]^+$ 。 $^1\text{H-NMR}$ (pyridine- d_5 , 500 MHz): δ_{H} 5.30 (1H, m, H-24), 5.20 (1H, d, $J = 6.5$ Hz, H-glc-1'); 8个甲基质子: δ_{H} 2.00(3H, s), 1.61(3H, s), 1.60(6H, s), 1.48(3H, s), 1.17(3H, s), 1.06(3H, s), 0.93(3H, s)。 $^{13}\text{C-NMR}$ (pyridine- d_5 , 125 MHz)数据见表2。参考文献^[32], 鉴定为人参皂苷 F₁。

化合物**13**: 白色无定型粉末, 分子式 $\text{C}_{48}\text{H}_{82}\text{O}_{18}$ 。ESI-TOF-MS m/z 947.5 $[\text{M} + \text{H}]^+$ 。 $^1\text{H-NMR}$ (pyridine- d_5 , 500 MHz): δ_{H} 5.57 (1H, m, H-24), 5.38 (1H, d, $J = 7.5$ Hz, H-glc-1''), 5.21(1H, d, $J = 7.6$ Hz, H-glc-1'''), 4.91 (1H, d, $J = 7.5$ Hz, H-glc-1'); 8个甲基质子: δ_{H} 1.65(3H, s), 1.62(3H, s), 1.50(3H, s), 1.31(3H, s), 1.13(3H, s), 0.98(3H, s), 0.84(3H, s), 0.79(3H, s)。 $^{13}\text{C-NMR}$ (pyridine- d_5 , 125 MHz)数据见表1。参考文献^[31], 鉴定为人参皂苷 Rd。

化合物**14**: 白色无定型粉末, 分子式 $\text{C}_{53}\text{H}_{90}\text{O}_{22}$ 。ESI-TOF-MS m/z 1079.6 $[\text{M} + \text{H}]^+$ 。 $^1\text{H-NMR}$ (pyridine- d_5 , 500 MHz): δ_{H} 5.40(1H, d, $J = 7.5$ Hz, H-glc-1''), 5.35 (1H, m, H-24), 5.15 (1H, d, $J = 8.0$ Hz, H-glc-1'''), 5.01 (1H, d, $J = 7.5$ Hz, H-ara-1'''), 4.93(1H, d, $J = 8.0$ Hz, H-glc-1'); 8个甲基质子: δ_{H} 1.69(3H, s), 1.66(3H, s), 1.65(3H, s), 1.30(3H, s), 1.12(3H, s), 0.97(6H, s), 0.83(3H, s)。 $^{13}\text{C-NMR}$ (pyridine- d_5 , 125 MHz)数据见表1。参考文献^[31], 鉴定为人参皂苷 Rb₂。

化合物**15**: 白色无定型粉末, 分子式 $\text{C}_{54}\text{H}_{92}\text{O}_{23}$ 。ESI-TOF-MS m/z 1109.6 $[\text{M} + \text{H}]^+$ 。 $^1\text{H-NMR}$ (pyridine- d_5 , 500 MHz): δ_{H} 5.38(1H, d, $J = 7.5$ Hz, H-glc-1''), 5.33 (1H, m, H-24), 5.14 (1H, d, $J = 8.0$ Hz, H-glc-1'''), 5.10 (1H, d, $J = 8.0$ Hz, H-glc-1'''), 4.93(1H, d, $J = 7.5$ Hz, H-glc-1'); 8个甲基质子: δ_{H} 1.68(6H, s), 1.63(3H, s), 1.29(3H, s), 1.12(3H, s), 0.98(6H, s), 0.83(3H, s)。 $^{13}\text{C-NMR}$ (pyridine- d_5 , 125 MHz)数据见表1。参考文献^[31], 鉴定为人参皂苷 Rb₁。

化合物**16**: 白色无定型粉末, 分子式 $\text{C}_{36}\text{H}_{62}\text{O}_{11}$ 。ESI-TOF-MS m/z 671.4 $[\text{M} + \text{H}]^+$ 。 $^1\text{H-NMR}$ (pyridine- d_5 , 500 MHz): δ_{H} 6.22 (1H, m, H-23), 6.09 (1H, d, $J = 16$ Hz, H-24), 5.25 (1H, d, $J = 8.0$ Hz, H-glc-1'); 8个甲基质子: δ_{H} 2.02 (3H, s), 1.62(3H, s), 1.61(3H, s), 1.60(3H, s), 1.49(3H, s), 1.18(3H, s), 1.08(3H, s), 0.94(3H, s)。 $^{13}\text{C-NMR}$ (pyridine- d_5 , 125 MHz)数据见表2。参考文献^[33], 鉴定为人参皂苷 Rh₆。

化合物**17**: 白色无定型粉末, 分子式 $\text{C}_{36}\text{H}_{60}\text{O}_8$ 。ESI-TOF-MS m/z 621.4 $[\text{M} + \text{H}]^+$ 。 $^1\text{H-NMR}$ (pyridine- d_5 , 500 MHz): δ_{H} 5.50 (1H, t, $J = 7.0$ Hz, H-22), 5.24 (1H, t, $J = 7.0$ Hz, H-24), 5.05 (1H, d, $J = 7.7$ Hz, H-glc-1'); 8个甲基质子: δ_{H} 2.09(3H, s), 1.84(3H, s), 1.64(3H, s), 1.63(3H, s), 1.60(3H, s), 1.27(3H, s), 1.07(3H, s), 0.86(3H, s)。 $^{13}\text{C-NMR}$ (pyridine- d_5 , 125 MHz)数据见表2。参考文献^[34], 鉴定为人参皂苷 Rh₄。

化合物**18**: 白色无定型粉末, 分子式 $\text{C}_{37}\text{H}_{64}\text{O}_9$ 。ESI-TOF-MS m/z 653.5 $[\text{M} + \text{H}]^+$ 。 $^1\text{H-NMR}$ (pyridine- d_5 , 500 MHz): δ_{H} 5.27 (1H, t, $J = 7.0$ Hz, H-24), 5.05 (1H, d, $J = 7.5$ Hz, H-glc-1'); 8个甲基质子: δ_{H} 2.09(3H, s), 1.68(3H, s), 1.64(3H, s), 1.62(3H, s), 1.16(6H, s), 1.05(3H, s), 0.83(3H, s)。 $^{13}\text{C-NMR}$ (pyridine- d_5 , 125 MHz)数据见表2。参考文献^[35], 鉴定为人参皂苷 Rh₅。

化合物**19**: 白色无定型粉末, 分子式 $\text{C}_{48}\text{H}_{82}\text{O}_{18}$ 。ESI-TOF-MS m/z 947.5 $[\text{M} + \text{H}]^+$ 。 $^1\text{H-NMR}$ (pyridine- d_5 , 500 MHz): δ_{H} 5.34 (1H, m, H-24), 5.15 (1H, d, $J = 8.5$ Hz, H-glc-1''), 5.10(1H, d, $J = 7.0$ Hz, H-glc-1'''), 4.96 (1H, d, $J = 8.5$ Hz, H-glc-1'); 8个甲基质子: δ_{H} 1.68(3H, s), 1.63(3H, s), 1.33(3H, s), 1.05(3H, s), 1.02(3H, s), 1.00(3H, s), 0.98(3H, s), 0.84(3H, s)。 $^{13}\text{C-NMR}$ (pyridine- d_5 , 125 MHz)数据见表1。参考文献^[36], 鉴定为绞股蓝皂苷 X VII。

化合物**20**: 白色无定型粉末, 分子式 $\text{C}_{47}\text{H}_{80}\text{O}_{17}$ 。ESI-TOF-MS m/z 917.5 $[\text{M} + \text{H}]^+$ 。 $^1\text{H-NMR}$ (pyridine- d_5 , 500 MHz): δ_{H} 5.34 (1H, t, $J = 8.0$ Hz, H-24), 5.15 (1H, d, $J = 8.5$ Hz, H-glc-1''), 5.00 (1H, d, $J = 7.0$ Hz, H-glc-1'), 4.74(1H, d, $J = 8.5$ Hz, H-glc-1'''); 8个甲基质子: δ_{H} 1.68(3H,

s), 1.67(3H, s), 1.60(3H, s), 1.33(3H, s), 1.02(3H, s), 1.00(3H, s), 0.98(3H, s), 0.81(3H, s)。¹³C-NMR(pyridine-*d*₅, 125 MHz)数据见表1。参考文献^[37], 鉴定为绞股蓝皂苷IX。

化合物**21**: 白色无定型粉末, 分子式 C₄₇H₈₀O₁₇。ESI-TOF-MS *m/z* 917.4 [M+H]⁺。¹H-NMR(pyridine-*d*₅, 500 MHz): δ_H 5.58[1H, br s, H-ara(f)-1'''], 5.34(1H, t, *J* = 8.0 Hz, H-24), 5.16(1H, d, *J* = 8.5 Hz, H-glc-1''), 4.95(1H, d, *J* = 7.0 Hz, H-glc-1'); 8个甲基质子: δ_H 1.69(3H, s), 1.66(3H, s), 1.64(3H, s), 1.52(3H, s), 1.32(3H, s), 1.01(3H, s), 0.98(3H, s), 0.83(3H, s)。

¹³C-NMR(pyridine-*d*₅, 125 MHz)数据见表1。参考文献^[31], 鉴定为三七皂苷Fe。

化合物**22**: 白色无定型粉末, 分子式 C₄₇H₈₀O₁₇。ESI-TOF-MS *m/z* 917.5 [M+H]⁺。¹H-NMR(pyridine-*d*₅, 500 MHz): δ_H 5.35(1H, t, *J* = 7.0 Hz, H-24), 5.15(1H, d, *J* = 8.5 Hz, H-glc-1'), 5.01(1H, d, *J* = 7.5 Hz, H-ara-1'''), 4.96(1H, d, *J* = 7.5 Hz, H-glc-1''); 8个甲基质子: δ_H 1.99(3H, s), 1.65(3H, s), 1.63(3H, s), 1.59(3H, s), 1.48(3H, s), 1.45(3H, s), 1.04(3H, s), 0.83(3H, s)。¹³C-NMR(pyridine-*d*₅, 125 MHz)数据见表1。参考文献^[38], 鉴定为西洋参皂苷L₁₀。

表1 20(S)-原人参二醇型皂苷1~3、11、13~15、19~22的¹³C-NMR数据(pyridine-*d*₅, 125 MHz)

编号	1	2	3	11	13	14	15	19	20	21	22
1	39.3	39.2	39.3	39.3	39.3	39.3	39.3	39.7	39.5	39.2	39.3
2	26.8	26.8	26.7	26.7	26.7	26.8	26.7	26.8	26.0	26.7	26.7
3	88.8	89.0	89.3	89.1	89.0	89.1	89.1	88.9	89.1	88.8	88.9
4	39.7	39.5	39.8	39.8	39.7	39.8	39.8	39.7	39.9	39.7	39.7
5	56.4	56.5	56.5	56.5	56.5	56.5	56.5	56.4	56.7	56.4	56.4
6	18.5	18.5	18.5	18.5	18.5	18.5	18.5	18.5	18.7	18.5	18.5
7	35.2	35.2	35.2	35.2	35.2	35.2	35.2	35.7	35.4	35.1	35.2
8	40.1	40.1	40.1	40.1	40.1	40.1	40.1	40.1	40.3	39.7	40.1
9	50.3	50.1	50.3	50.3	50.3	50.3	50.3	50.3	50.5	50.2	50.3
10	37.0	37.0	37.0	37.0	37.0	37.0	37.0	37.0	37.2	36.2	37.0
11	31.0	31.1	30.8	30.9	30.8	30.8	30.9	30.8	31.0	29.6	30.8
12	70.2	70.5	70.2	70.3	70.2	70.3	70.3	70.2	70.3	70.3	70.2
13	49.6	49.6	49.6	49.5	49.6	49.5	49.6	50.4	49.8	49.5	49.5
14	51.5	51.6	51.5	51.5	51.5	51.5	51.5	51.7	51.7	51.5	51.5
15	31.0	30.9	31.0	30.8	31.0	30.8	30.8	30.8	31.1	30.7	30.8
16	26.7	26.5	26.9	26.8	26.8	26.7	26.8	26.7	26.9	26.8	26.8
17	51.7	52.5	51.7	51.7	51.7	51.8	51.7	52.0	51.9	51.7	51.7
18	16.0	16.3	16.1	16.1	16.0	16.1	16.1	16.1	16.3	16.0	16.1
19	16.3	16.7	16.3	16.3	16.3	16.3	16.3	16.3	16.5	16.3	16.3
20	83.4	83.5	83.4	83.5	83.6	83.6	83.5	83.4	83.7	83.4	83.5
21	22.4	23.1	22.4	22.4	22.4	22.4	22.5	22.4	21.5	22.4	22.4
22	36.2	39.8	36.2	36.2	36.2	36.3	36.3	36.2	36.4	36.1	36.2
23	23.3	122.8	23.3	23.2	23.2	23.3	23.3	23.2	23.4	23.2	23.3
24	126.0	142.1	126.0	126.1	126.0	126.0	126.0	126.0	126.3	126.1	126.0
25	130.9	70.0	130.9	131.1	130.9	131.2	131.1	131.1	131.2	131.0	131.1
26	25.7	30.7	25.8	25.8	25.8	25.9	25.9	25.8	26.0	25.8	25.8
27	17.8	30.7	17.8	17.9	17.8	18.0	18.0	18.0	18.2	17.9	17.9
28	28.2	28.2	28.1	28.2	28.2	28.2	28.2	30.0	28.4	28.2	28.2
29	16.8	16.0	16.5	16.7	16.6	16.7	16.7	16.8	17.0	16.8	16.8
30	17.4	17.2	17.4	17.5	17.4	17.5	17.5	17.1	17.7	17.4	17.4

续表 1

编号	1	2	3	11	13	14	15	19	20	21	22
	3-glu	3-glu	3-glu	3-glu	3-glu	3-glu	3-glu	3-glu	3-glu	3-glu	3-glu
1'	107.0	105.1	105.0	105.2	105.1	105.2	105.2	107.0	107.2	107.0	107.0
2'	75.8	83.3	84.4	83.5	83.4	83.4	83.5	75.8	75.2	75.1	75.8
3'	79.3	78.1	78.6	79.3	78.0	79.2	79.3	79.3	79.6	78.9	78.8
4'	71.8	71.7	71.5	71.7	71.8	71.8	71.8	71.7	71.3	72.2	72.0
5'	78.3	78.3	78.1	78.3	78.3	78.3	78.4	78.4	78.6	78.8	78.4
6'	63.0	62.8	62.9	63.0	63.0	63.0	62.9	62.8	63.4	63.2	63.2
	20-glu	2'-glu	2'-glu	2'-glu	2'-glu	2'-glu	2'-glu	20-glu	20-glu	20-glu	20-glu
1''	98.3	106.1	106.2	106.1	105.1	106.0	106.1	98.1	98.3	98.2	98.2
2''	75.2	77.2	76.8	77.2	77.1	77.2	77.2	75.3	75.1	75.8	75.0
3''	78.8	78.9	78.0	78.0	78.0	78.5	78.4	78.8	78.2	78.4	79.2
4''	72.0	71.8	71.1	71.7	71.8	71.9	71.8	72.0	72.2	72.0	71.9
5''	78.4	78.4	75.4	78.2	78.3	78.2	78.4	77.6	77.2	76.6	76.8
6''	63.2	62.9	64.8	62.8	63.0	62.8	62.8	70.2	71.3	68.5	69.3
		20-glu	20-glu	20-glu	20-glu	20-glu	20-glu	6''-glu	6''-xyl	6''-ara(f)	6''-ara(p)
1'''		98.3	98.3	98.2	98.3	98.2	98.2	106.4	106.0	110.2	104.6
2'''		75.3	75.2	75.1	75.2	75.0	74.9	74.9	76.1	83.3	72.2
3'''		78.4	79.3	78.4	79.3	78.1	78.3	78.4	79.0	79.3	74.2
4'''		71.7	71.7	72.2	71.8	71.8	71.8	71.8	71.9	86.1	68.6
5'''		78.1	78.3	76.6	78.4	76.8	77.1	78.8	67.2	62.7	65.6
6'''		62.9	63.0	68.6	62.8	69.3	70.3	63.2			
				6'''-ara(f)		6'''-ara(p)	6'''-glu				
1''''				110.2		104.7	105.4				
2''''				83.4		72.2	75.3				
3''''				78.9		74.2	78.1				
4''''				86.1		68.7	71.7				
5''''				62.8		65.7	78.0				
6''''							62.9				
Ac-CH ₃			21.0								
Ac-CO			171.0								

表 2 20(S)-原人参三醇型皂苷 4~10、12、16~18 的¹³C-NMR 数据(pyridine-d₅, 125 MHz)

编号	4	5	6	7	8	9	10	12	16	17	18
1	39.8	39.5	39.4	39.5	39.4	39.4	39.7	39.4	39.4	39.6	39.5
2	27.8	27.8	28.2	28.2	26.9	28.2	27.8	28.2	28.2	28.9	28.0
3	78.6	78.1	78.6	78.6	89.7	78.6	78.4	79.4	78.5	78.7	78.7
4	40.1	40.3	40.4	40.4	40.8	40.4	40.0	40.4	40.4	40.4	40.4
5	61.0	61.4	61.8	61.8	62.1	61.8	60.9	61.8	61.8	61.5	61.5
6	78.4	79.5	67.8	67.9	67.8	67.8	74.4	67.8	67.8	80.1	80.2
7	46.0	45.1	47.5	47.5	47.7	47.5	46.1	47.5	47.5	45.4	45.2
8	41.3	41.2	41.3	41.3	41.4	41.3	39.4	41.2	41.3	41.4	41.1
9	49.8	50.2	50.0	50.0	50.1	50.0	49.8	49.9	49.9	50.6	49.9
10	39.5	39.7	39.4	39.5	39.1	39.4	41.2	39.4	39.4	39.8	39.8
11	30.9	31.8	30.8	30.9	31.0	30.9	32.1	30.8	31.1	32.6	31.2

续表 2

编号	1	2	3	11	13	14	15	19	20	21	22
12	70.5	71.1	70.3	70.4	70.5	70.3	71.1	70.2	70.4	71.6	70.4
13	49.1	48.3	49.1	49.2	49.4	49.2	48.3	49.2	49.3	50.5	48.7
14	51.6	51.7	51.4	51.5	51.6	51.4	51.7	51.4	51.5	50.8	51.4
15	30.9	31.3	30.9	30.9	31.1	30.8	31.3	31.0	30.7	32.3	30.8
16	26.7	26.9	26.7	26.8	26.0	26.7	26.9	26.7	26.5	27.5	26.3
17	52.0	51.8	51.7	51.8	52.0	51.7	54.7	51.6	52.2	50.9	47.0
18	17.6	17.7	17.7	18.0	17.7	17.7	17.6	17.6	17.6	17.4	17.5
19	17.4	16.9	17.5	17.5	17.6	16.6	17.7	17.5	17.5	17.8	17.5
20	83.5	73.0	83.3	83.6	83.6	83.5	73.0	83.3	83.1	140.2	79.9
21	22.6	27.1	22.4	22.4	22.7	22.3	27.1	22.3	23.2	13.2	21.2
22	36.1	35.9	36.2	36.3	36.3	36.2	35.8	36.2	39.8	123.2	35.2
23	23.5	23.0	23.2	23.3	23.5	23.2	23.0	23.2	126.6	28.0	22.8
24	126.1	126.4	126.1	126.1	126.2	126.1	126.4	126.0	138.1	123.5	125.6
25	131.1	130.8	131.1	131.3	131.2	131.1	130.8	131.0	81.3	131.3	131.3
26	25.9	25.9	25.8	25.9	26.0	25.9	25.8	25.7	25.2	25.7	25.8
27	17.9	17.4	17.9	18.0	18.0	18.0	17.0	17.8	25.4	17.8	17.7
28	32.3	32.1	32.0	32.1	31.7	32.0	32.2	32.0	32.0	31.8	31.8
29	17.3	16.8	16.5	16.6	17.3	15.3	17.6	16.5	16.5	16.4	16.4
30	17.7	17.7	17.5	17.7	17.8	17.7	17.2	17.5	17.2	16.9	16.9
	6-glu	6-glu	20-glu	20-glu	3-glu	20-glu	6-glu	20-glu	20-glu	6-glu	6-glu
1'	102.0	103.6	98.1	98.2	107.5	98.2	101.8	98.3	98.3	106.0	106.1
2'	79.4	80.3	75.1	75.0	75.4	76.9	79.5	75.2	75.3	75.5	75.5
3'	78.4	78.8	79.3	79.2	78.6	79.4	78.6	78.5	78.9	79.7	79.7
4'	72.7	71.8	72.2	72.2	71.9	74.9	72.7	71.8	71.7	71.9	72.0
5'	78.9	79.9	76.6	76.8	78.5	78.0	78.4	78.2	78.3	78.2	78.2
6'	63.2	63.0	68.6	69.3	63.1	70.3	63.2	63.0	63.1	63.2	63.2
	2'-rha	2'-xyl	6'-ara(f)	6'-ara(p)	20-glu	6'-xyl	2'-rha				
1''	101.9	104.9	110.2	104.7	98.6	106.8	102.0				
2''	72.5	75.9	83.4	71.9	75.4	75.0	72.3				
3''	72.4	78.9	78.9	74.2	79.5	78.0	72.5				
4''	74.3	71.3	86.1	68.6	72.2	70.1	74.2				
5''	69.6	67.3	62.7	65.7	78.2	67.0	69.5				
6''	18.8				63.4		18.8				
	20-glu										
1'''	98.4										
2'''	75.3										
3'''	79.2										
4'''	71.6										
5'''	78.4										
6'''	62.8										
20-OMe											48.8

参考文献

- [1] 赵宏峰, 弥宏, 曲芯瑶, 等. 人参果的 HPLC 指纹图谱研究[J]. 特产研究, 2013, 35(4): 30-33.
- [2] 李丽静, 张亚杰, 刘佳, 等. 人参果总皂苷抗肿瘤活性研究[J]. 中国中医基础医学杂志, 2012, 18(9): 989-991.
- [3] 李丽静, 张亚杰, 刘佳, 等. 人参果总皂苷对人宫颈癌 Hela 细胞抗肿瘤作用及机制的研究[J]. 中药药理与临床, 2012, 28(5): 69-71.
- [4] Jung H, Bae J, Ko S K, et al. Ultrasonication processed *Panax ginseng* berry extract induces apoptosis through an intrinsic apoptosis pathway in HepG2 cells[J]. Arch Pharm Res, 2016, 39(6): 855-862.
- [5] Attele A S, Zhou Y P, Xie J T, et al. Antidiabetic effects of *Panax ginseng* berry extract and the identification of an effective component[J]. Diabetes, 2002, 51(6): 1851-1858.
- [6] Dey L, Xie J T, Wang A, et al. Anti-hyperglycemic effects of ginseng: Comparison between root and berry[J]. Phytomedicine, 2003, 10(6/7): 600-605.
- [7] Xie J T, Zhou Y P, Dey L, et al. Ginseng berry reduces blood glucose and body weight in db/db mice[J]. Phytomedicine, 2002, 9(3): 254-258.
- [8] Park E Y, Kim H J, Kim Y K, et al. Increase in insulin secretion induced by *Panax ginseng* berry extracts contributes to the amelioration of hyperglycemia in streptozotocin induced diabetic mice[J]. J Ginseng Res, 2012, 36(2): 153-160.
- [9] 罗兰, 殷惠军, 张颖, 等. 人参果总皂苷对高脂饲养大鼠胰岛素敏感指数的影响[J]. 中西医结合学报, 2005, 3(6): 463-465.
- [10] Liu M Y, Ren Y P, Zhang L J, et al. Pretreatment with ginseng fruit saponins affects serotonin expression in an experimental comorbidity model of myocardial infarction and depression[J]. Aging Dis, 2016, 7(6): 680-686.
- [11] Zhang W, Xu L, Cho S Y, et al. Ginseng berry extract attenuates dextran sodium sulfate-induced acute and chronic colitis[J]. Nutrients, 2016, 8(4): 199.
- [12] 李美金, 黄晓峰, 刘南海. 人参果总皂苷佐治癫痫的临床作用[J]. 广东医学, 2013, 34(1): 138-140.
- [13] Chung I M, Lim J J, Ahn M S, et al. Comparative phenolic compound profiles and antioxidative activity of the fruit, leaves, and roots of Korean ginseng (*Panax ginseng* Meyer) according to cultivation years[J]. J Ginseng Res, 2016, 40(1): 68-75.
- [14] 施明毅, 赵姝婷, 温川飙, 等. 人参果产品开发研究现状[J]. 亚太传统医药, 2018, 14(1): 59-61.
- [15] Li K K, Yao C M, Yang X W. Four new dammarane-type triterpene saponins from the stems and leaves of *Panax ginseng* and their cytotoxicity on HL-60 cells[J]. Planta Med, 2012, 78(2): 189-192.
- [16] Li K K, Yang X W. Minor triterpene compounds from the stems and leaves of *Panax ginseng* [J]. Fitoterapia, 2012, 83(6): 1030-1035.
- [17] 李珂珂, 杨秀伟. 人参茎叶化学成分的研究进展[J]. 中国现代中药, 2012, 14(1): 47-50.
- [18] 杨鑫宝, 杨秀伟, 刘建勋. 人参中皂苷类化学成分的研究[J]. 中国现代中药, 2013, 15(5): 349-358.
- [19] 李珂珂, 杨秀伟. 人参茎叶中 1 个新三萜类天然产物[J]. 中草药, 2015, 46(2): 169-173.
- [20] 杨秀伟, 李珂珂, 周琪乐. 人参茎叶中 1 个新皂苷 20(S)-人参皂苷 Rf₂ [J]. 中草药, 2015, 46(21): 3137-3145.
- [21] 杨秀伟. 人参化学成分的藥物代谢动力学研究[J]. 中国现代中药, 2016, 18(1): 16-35.
- [22] 杨秀伟, 富力. 人参中三萜类化学成分的生物活性及药理学作用[J]. 中国现代中药, 2016, 18(1): 36-55.
- [23] Li K K, Xu F, Gong X J. Isolation, purification and quantification of ginsenoside F₅ and F₃ isomeric compounds from crude extracts of flower buds of *Panax ginseng* [J]. Molecules, 2016, 21(3): 315.
- [24] Li S S, Li K K, Xu F, et al. A strategy for simultaneous isolation of less polar ginsenosides, including a pair of new 20-methoxyl isomers, from flower buds of *Panax ginseng* [J]. Molecules, 2017, 22(3): 442.
- [25] Duc N M, Kasai R, Ohtani K, et al. Saponins from Vietnamese Ginseng, *Panax vietnamensis* Ha et Grushv. Collected in central Vietnam. II [J]. Chem Pharm Bull, 1994, 42(1): 115-122.
- [26] Namba T, Matsushige K, Morita T, et al. Saponins of plants of *Panax* species collected in central Nepal and their chemotaxonomical significance. I [J]. Chem Pharm Bull, 1986, 34(2): 730-738.
- [27] Zhou J, Wu M Z, Taniyasu S, et al. Dammarane-saponins of sanchi-ginseng, roots of *Panax notoginseng* (Burk) F. H. Chen (Araliaceae): structures of new saponins notoginsenoside R₁ and notoginsenoside R₂, and identification of ginsenosides Rg₂ and ginsenoside Rh₁ [J]. Chem Pharm Bull, 1981, 29(10): 2844-2850.
- [28] Dou D, Wen Y, Pei Y, et al. Ginsenoside-Ia: a novel minor saponin from the leaves of *Panax ginseng* [J]. Planta Med, 1996, 62(2): 179-181.
- [29] Yoshizaki K, Yahara S. New triterpenoid saponins from leaves of *Panax japonicus* (3). Saponins of the specimens collected in Miyazaki prefecture [J]. Nat Prod Commun, 2012, 7(4): 491-493.
- [30] 杨秀伟. 20(R) 和 20(S)-人参皂苷-Rg₂ 碳氢 NMR 信号全指定[J]. 波谱学杂志, 2000, 17(1): 9-15.
- [31] 王洪平, 杨鑫宝, 杨秀伟, 等. 吉林人参根和根茎的化学成分研究[J]. 中国中药杂志, 2013, 38(17): 2807-2817.

(下转第 952 页)

- [3] 中国科学院中国植物志编辑委员会. 中国植物志: 第41卷[M]. 北京: 科学出版社, 1995: 313-331.
- [4] 国家中医药管理局《中华本草》编委会. 中华本草[M]. 上海: 上海科技出版社, 1999: 474-478.
- [5] 广西壮族自治区卫生厅. 广西中药材标准[M]. 南宁: 广西科学技术出版社, 1996: 35-39.
- [6] Lai W C, Tsui Y T, Singab A N B, et al. Phyto-SERM constituents from *Flemingia macrophylla* [J]. Int J Mol Sci, 2013, 14(8): 15578-15594.
- [7] 李华, 杨美华, 马小军. 千斤拔黄酮类化学成分研究[J]. 中国中药杂志, 2009, 34(6): 724-726.
- [8] 李昌松, 张丽霞, 赵俊凌, 等. 云南地区大叶千斤拔不同种质的异黄酮含量比较[J]. 中国现代中药, 2011, 13(10): 30-32.
- [9] 李帅霖, 孙琳, 富艳彬, 等. 蔓性千斤拔的化学成分研究[J]. 中国药物化学杂志, 2017, 27(6): 462-465.
- [10] 翁春艳, 杨艳, 李晓波. 染料木素抗动脉粥样硬化的研究进展[J]. 中国医药指南, 2016, 14(7): 33-35.
- [11] 李朋收, 刘洋洋, 范冰冰, 等. 鹰嘴豆化学成分及药理作用研究进展[J]. 中国实验方剂学杂志, 2014, 20(11): 235-238.
- [12] 张泉洋, 马富超, 王帅, 等. 染料木苷药理作用的研究进展[J]. 国际药学研究杂志, 2017, 44(4): 315-318.
- [13] 杨启明, 张春风, 杨中林. HPLC测定不同产地蔓性千斤拔中染料木苷和染料木素的含量[J]. 中国现代应用药学, 2012, 29(8): 744-748.

(收稿日期 2018-03-15)

(上接第935页)

- [32] Ko S R, Choi K J, Suzuki K, et al. Enzymatic preparation of ginsenosides Rg₂, Rh₁, and F₁ [J]. Chem Pharm Bull, 2003, 51(4): 404-408.
- [33] Dou D Q, Chen Y J, Liang L H, et al. Six new dammarane-type triterpene saponins from the leaves of *Panax ginseng* [J]. Chem Pharm Bull, 2001, 49(4): 442-446.
- [34] Namba T, Matsushige K, Morita T, et al. Saponins of plants of *Panax* species collected in central Nepal and their chemotaxonomical significance. I [J]. Chem Pharm Bull, 1986, 34(2): 730-738.
- [35] Tran Q L, Adnyana I K, Tezuka Y, et al. Triterpene saponins from Vietnamese ginseng (*Panax vietnamensis*) and their hepatocytoprotective activity [J]. J Nat Prod, 2001, 64(4): 456-461.
- [36] Takemoto T, Arihara S, Nakajima T, et al. Studies on the constituents of fructus momordicae. III. Structure of mogrosides [J]. Yakugaku Zasshi, 1983, 103(11): 1167-1173.
- [37] Takemoto T, Arihara S, Nakajima T, et al. Studies on the constituents of *Gynostemma pentaphyllum* Makino. I. Structure of gypenoside I-XIV [J]. Yakugaku Zasshi, 1983, 103(2): 173-185.
- [38] Chen J, Zhao R, Zeng Y M, et al. Three new triterpenoid saponins from the leaves and stems of *Panax quinquefolium* [J]. J Asian Nat Prod Res, 2009, 11(3): 195-201.

(收稿日期 2018-04-02)