



藏波罗花的化学成分研究

傅予¹, 白央², 达娃卓玛², 白冰如¹, 丁立生^{1*}

(1. 中国科学院成都生物研究所, 四川成都 610041;

2. 西藏自治区食品药品检验所, 西藏拉萨 850000)

[摘要] 目的:对藏药材藏波罗花 *Incarvillea younghusbandii* 的化学成分进行分离纯化和结构鉴定。方法:采用正反相硅胶柱色谱和 Sephadex LH-20 凝胶柱色谱方法进行分离纯化, NMR 和 MS 等波谱方法进行结构鉴定。结果:从藏波罗花的地上部分甲醇提取物中共分离鉴定出 15 个化合物:异佛手柑内酯(1), 6-甲氧基当归素(2), 欧前胡素(3), 花椒毒内酯(4), 珊瑚菜内酯(5), heraclenol(6), rivulobirin A(7), 齐墩果酸甲酯(8), 咖啡酸甲酯(9), 银桦酸(10), boschniakinic acid(11), tert-*O*- β -D-glucopyranosyl-(*R*)-heraclenol(12), 5-methoxy-8-*O*- β -D-glucopyranosyloxypsoralen(13), 1'-*O*- β -D-glucopyranosyl-3-hydroxynodakenetin(14) 和苯乙醇-*O*- β -D-吡喃葡萄糖-(1 \rightarrow 2)- β -D-吡喃葡萄糖苷(15)。结论:上述化合物均为首次从该植物中分离得到, 主要成分为呋喃香豆素类化合物。

[关键词] 藏波罗花; 化学成分; 香豆素

藏波罗花 *Incarvillea younghusbandii* Sprague 为紫葳科角蒿属植物, 主要生长于青藏高原海拔 3 500 ~ 5 400 m 的高山坡地上^[1]。该植物与同属的两头毛 *I. arguta* 和密生波罗花 *I. compacta* 等一道作为传统藏药材“欧曲”, 可用于治疗消化不良、黄疸、高血压、肺出血等疾病^[1]。迄今为止有关藏波罗花的化学成分研究较少, 除挥发油的 GC-MS 分析^[2]外, 仅报道了 1 个具有抗氧化和抗衰老活性的化合物 acteoside^[3]。本文报道从藏波罗花的地上部分分离鉴定出以呋喃香豆素为主的 15 个化合物, 这些化合物均为首次从该植物中分离得到(图 1)。

1 材料

Finnigan LCQ^{DECA} 型质谱仪, Bruker AV-600 型核磁共振波谱仪, 内标为 TMS; 薄层色谱(GF254)和柱色谱硅胶(160 ~ 200, 200 ~ 300 目)均为青岛海洋化工厂产品; Sephadex LH-20 为 Pharmacia 公司产品。反相硅胶 ODS 色谱柱(Cosmosil 75 C₁₈-OPN)为 Nacalai Tesque 公司产品。

藏波罗花地上部分 2006 年采自西藏自治区墨竹工卡, 由西藏自治区食品药品检验所格桑索朗主任药师采集并鉴定。

2 提取分离

藏波罗花地上部分 10.6 kg, 用甲醇室温提取 3 次, 每次 4 d; 合并提取液, 减压回收甲醇, 得到总浸膏 2.4 kg。将其溶解在 2.0 L 水中, 依次用氯仿和正丁醇萃取, 每次萃取溶剂用量为 3 L, 共萃取 4 次, 合并萃取液, 减压回收溶剂, 分别得氯仿萃取物 40 g 和正丁醇萃取物 240 g。

氯仿萃取物经硅胶(160 ~ 200 目)柱色谱, 用石油醚-丙酮梯度洗脱(20:1 ~ 1:1), 得到化合物 1(50 mg), 2(20 mg) 和 3(5 mg)。其余部分经 TLC 引导合并为 5 个部分, Fr. 2(700 mg) 再次经过硅胶(200 ~ 300 目)柱色谱, 用石油醚-丙酮(10:1 ~ 1:1)体系洗脱, 得到化合物 4(7 mg) 和 5(10 mg); Fr. 3(1 000 mg) 经过 Sephadex LH-20 凝胶柱色谱, 氯仿-甲醇(1:1)洗脱, 得到化合物 6(8 mg), 7(6 mg) 和 8(3 mg)。

正丁醇提取物经硅胶(160 ~ 200 目)柱色谱, 用氯仿-甲醇梯度洗脱(50:1 ~ 1:1), 得到化合物 9(25 mg), 10(20 mg) 和 11(55 mg)。其余部分经 TLC 检测引导合并为 6 个部分, Fr. 2 经过 ODS 柱, 用甲醇-水(1:3 ~ 1:1)洗脱得到化合物 12(30 mg) 和 13(12 mg); Fr. 3 经过硅胶(200 ~ 300 目)柱色谱, 用氯仿-甲醇(20:1 ~ 1:1)体系梯度洗脱, 得到化合物 14(8 mg) 和 15(28 mg)。

3 结构鉴定

化合物 1 白色固体。ESI-MS m/z 217 [M + H]⁺, ¹H-NMR (CDCl₃, 600 MHz) δ : 3.96 (3H, s, OCH₃), 6.29 (1H, d, J = 9.7 Hz, H-3), 6.88 (1H, s,

[收稿日期] 2009-06-20

[基金项目] 国家自然科学基金项目(30572254)

[通信作者] * 丁立生, Tel: (028) 85239109, E-mail: lsding@cib.ac.cn

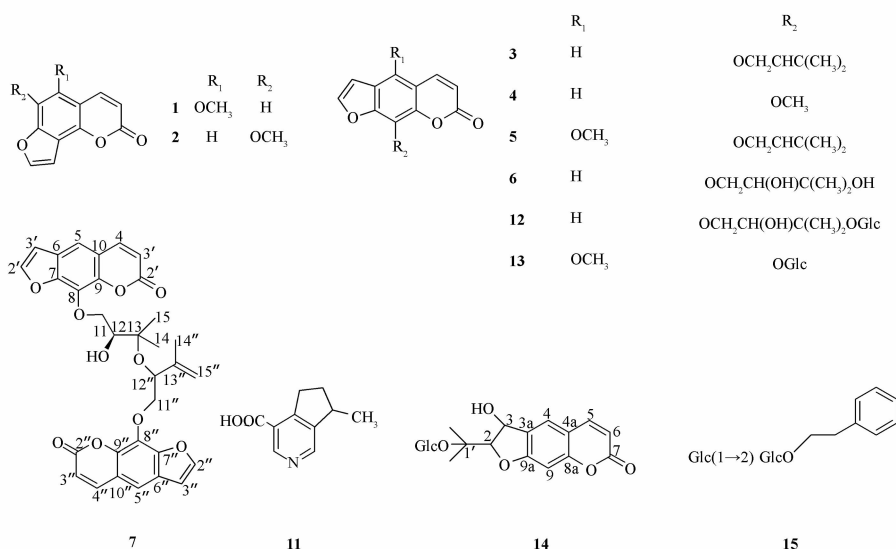


图 1 化合物 1~7 和 11~15 的结构

H-6), 7.01 (1H, d, $J = 2.2$ Hz, H-3'), 7.56 (1H, d, $J = 2.2$ Hz, H-2'), 8.16 (1H, d, $J = 9.7$ Hz, H-4); $^{13}\text{C-NMR}$ (CDCl_3 , 150 MHz) δ : 160.9 (C-2), 112.2 (C-3), 139.8 (C-4), 105.8 (C-4a), 154.2 (C-5), 90.5 (C-6), 157.9 (C-7), 110.1 (C-8), 148.8 (C-8a), 144.3 (C-2'), 103.9 (C-3'), 56.3 (OCH₃)。根据以上波谱数据, 参照文献[4] 鉴定该化合物为异佛手柑内酯(isobergaptin)。

化合物 2 白色固体。ESI-MS m/z 217 [$\text{M} + \text{H}$]⁺, $^1\text{H-NMR}$ (CDCl_3 , 600 MHz) δ : 4.04 (3H, s, OCH₃), 6.39 (1H, d, $J = 9.6$ Hz, H-3), 6.78 (1H, s, H-5), 7.13 (1H, d, $J = 2.0$ Hz, H-3'), 7.70 (1H, d, $J = 2.0$ Hz, H-2'), 7.76 (1H, d, $J = 9.6$ Hz, H-4)。以上波谱数据与 6-甲氧基当归素(sphondin) 的文献值一致^[5]。

化合物 3 白色固体。ESI-MS m/z 293 [$\text{M} + \text{Na}$]⁺, $^1\text{H-NMR}$ (CDCl_3 , 600 MHz) δ : 1.70, 1.72 (each 3H, s, 2 (CH₃)), 5.00 (2H, d, $J = 7.3$ Hz, H-1''), 5.60 (1H, m, H-2''), 6.35 (1H, d, $J = 9.4$ Hz, H-3), 6.80 (1H, d, $J = 2.2$ Hz, H-3'), 7.35 (1H, s, H-5), 7.68 (1H, d, $J = 2.2$ Hz, H-2'), 7.75 (1H, d, $J = 9.4$ Hz, H-4); $^{13}\text{C-NMR}$ (CDCl_3 , 150 MHz) δ : 160.5 (C-2), 114.7 (C-3), 144.3 (C-4), 116.5 (C-4a), 113.1 (C-5), 125.9 (C-6), 148.6 (C-7), 131.7 (C-8), 143.8 (C-8a), 146.6 (C-2'), 106.7 (C-3'), 70.1 (C-1''), 119.8 (C-2''), 139.2 (C-3''),

25.8 (CH₃), 18.0 (CH₃)。以上波谱数据与欧前胡素(imperatorin) 的文献值一致^[6-7]。

化合物 4 白色固体。ESI-MS m/z 217 [$\text{M} + \text{H}$]⁺, $^1\text{H-NMR}$ (CDCl_3 , 600 MHz) δ : 4.30 (3H, s, OCH₃), 6.36 (1H, d, $J = 9.7$ Hz, H-3), 6.82 (1H, d, $J = 2.2$ Hz, H-3'), 7.34 (1H, s, H-5), 7.68 (1H, d, $J = 2.2$ Hz, H-2'), 7.75 (1H, d, $J = 9.7$ Hz, H-4); $^{13}\text{C-NMR}$ (CDCl_3 , 150 MHz) δ : 160.4 (C-2), 114.5 (C-3), 144.3 (C-4), 116.5 (C-4a), 112.8 (C-5), 126.1 (C-6), 147.7 (C-7), 132.9 (C-8), 143.0 (C-8a), 146.6 (C-2'), 106.7 (C-3'), 61.4 (OCH₃)。以上波谱数据与花椒毒内酯(xanthotoxin) 的文献值一致^[6-7]。

化合物 5 白色固体。ESI-MS m/z 323 [$\text{M} + \text{Na}$]⁺, $^1\text{H-NMR}$ (CDCl_3 , 600 MHz) δ : 1.70, 1.74 (each 3H, s, 2 (CH₃)), 4.17 (3H, s, OCH₃), 4.84 (2H, d, $J = 7.0$ Hz, H-1''), 5.60 (1H, m, H-2''), 6.27 (1H, d, $J = 9.8$ Hz, H-3), 6.98 (1H, d, $J = 2.2$ Hz, H-3'), 7.62 (1H, d, $J = 2.2$ Hz, H-2'), 8.10 (1H, d, $J = 9.8$ Hz, H-4); $^{13}\text{C-NMR}$ (CDCl_3 , 150 MHz) δ : 160.5 (C-2), 112.8 (C-3), 139.4 (C-4), 107.6 (C-4a), 144.5 (C-5), 114.6 (C-6), 150.8 (C-7), 126.9 (C-8), 143.8 (C-8a), 145.1 (C-2'), 105.0 (C-3'), 70.4 (C-1''), 119.9 (C-2''), 139.4 (C-3''), 25.8 (CH₃), 18.0 (CH₃), 60.8 (OCH₃)。以上波谱数据与珊瑚菜内酯(phellopterin) 的文献值一



致^[8]。

化合物6 白色固体。ESI-MS m/z 327 $[M + Na]^+$, 1H -NMR ($CDCl_3$, 600 MHz) δ : 1.32, 1.36 (each 3H, s, $2 \times CH_3$), 3.90 (1H, dd, $J = 7.8, 2.4$, H-2''), 4.75, 4.43 (each 1H, dd, $J = 10.2$; 2.4 Hz, $J = 10.2, 7.8$ Hz, H-1''), 6.39 (1H, d, $J = 9.5$ Hz, H-3), 6.85 (1H, d, $J = 2.2$ Hz, H-3'), 7.42 (1H, s, H-5), 7.72 (1H, d, $J = 2.2$ Hz, H-2'), 7.79 (1H, d, $J = 9.5$ Hz, H-4); ^{13}C -NMR ($CDCl_3$, 150 MHz) δ : 160.2 (C-2), 114.8 (C-3), 144.3 (C-4), 116.5 (C-4a), 113.8 (C-5), 126.0 (C-6), 148.0 (C-7), 131.6 (C-8), 143.3 (C-8a), 146.8 (C-2'), 106.9 (C-3'), 75.7 (C-1''), 76.1 (C-2''), 71.5 (C-3''), 25.1 (CH_3), 26.6 (CH_3)。以上波谱数据与 heraclenol 文献值一致^[6]。

化合物7 白色固体。ESI-MS m/z 595 $[M + Na]^+$, 1H -NMR ($CDCl_3$, 600 MHz) δ : 1.30 (3H, s, 13- CH_3), 1.36 (3H, s, 13- CH_3), 1.83 (3H, s, H-14''), 3.98 (1H, m, H-12), 4.37, 4.38 (each 1H, m, H-11''), 4.58 (1H, m, H-12''), 4.43 (1H, dd, $J = 10.2, 7.8$ Hz, H-11b), 4.73 (1H, dd, $J = 10.2, 2.4$ Hz, H-11a), 5.00, 5.16 (each 1H, s, H-15''b, 15''a), 6.29 (1H, d, $J = 9.6$ Hz, H-3''), 6.31 (1H, d, $J = 9.6$ Hz, H-3), 6.74 (1H, d, $J = 2.4$ Hz, H-3'''), 6.74 (1H, d, $J = 2.4$ Hz, H-3'), 7.27 (1H, s, H-5), 7.27 (1H, s, H-5''), 7.62 (1H, d, $J = 2.4$ Hz, H-2'''), 7.67 (1H, d, $J = 2.4$ Hz, H-2'), 7.68 (1H, d, $J = 9.6$ Hz, H-4''), 7.69 (1H, d, $J = 9.6$ Hz, H-4); ^{13}C -NMR ($CDCl_3$, 150 MHz) δ : 160.3 (C-2, C-2''), 160.2 (C-2, C-2''), 114.7 (C-3), 114.7 (C-3''), 144.7 (C-4, C-4''), 144.1 (C-4, C-4''), 113.0 (C-5, C-5''), 113.6 (C-5, C-5''), 126.0 (C-6, C-6''), 125.9 (C-6, C-6''), 147.7 (C-7, C-7''), 148.1 (C-7, C-7''), 132.0 (C-8), 132.0 (C-8''), 143.1 (C-9, C-9''), 143.4 (C-9, C-9''), 116.4 (C-10), 116.4 (C-10''), 146.7 (C-2'), 146.7 (C-2'''), 106.6 (C-3'), 106.6 (C-3'''), 75.2 (C-11), 76.0 (C-11''), 76.6 (C-12), 75.1 (C-12''), 145.1 (C-13''), 78.1 (C-13), 18.7 (C-14''), 113.0 (C-15''), 21.7 (13- CH_3), 22.8 (13- CH_3)。以上波谱数据与 rivulobirin A 的文献值^[9]吻合。

化合物8 白色固体。ESI-MS m/z 471 $[M + H]^+$, ^{13}C -NMR ($CDCl_3$, 150 MHz) δ : 38.8 (C-1),

27.9 (C-2), 79.1 (C-3), 38.7 (C-4), 55.6 (C-5), 18.6 (C-6), 33.0 (C-7), 39.5 (C-8), 47.8 (C-9), 37.1 (C-10), 23.4 (C-11), 122.3 (C-12), 144.6 (C-13), 41.8 (C-14), 28.5 (C-15), 23.5 (C-16), 46.5 (C-17), 41.9 (C-18), 46.2 (C-19), 30.7 (C-20), 33.4 (C-21), 31.8 (C-22), 28.6 (C-23), 16.3 (C-24), 15.3 (C-25), 17.2 (C-26), 25.9 (C-27), 179.7 (C-28), 33.0 (C-29), 23.6 (C-30), 53.3 ($COOCH_3$)。由以上波谱数据将其鉴定为齐墩果酸甲酯(methyl oleanolate)^[10]

化合物9 淡黄色固体。ESI-MS m/z 217 $[M + Na]^+$, 1H -NMR ($DMSO-d_6$, 600 MHz) δ : 3.73 (3H, s, OCH_3), 6.32 (1H, d, $J = 15.9$ Hz, α -CH =), 6.76 (1H, d, $J = 8.1$ Hz, H-5), 7.05 (1H, dd, $J = 8.1, 2.0$ Hz, H-6), 7.24 (1H, d, $J = 2.0$ Hz, H-2), 7.44 (1H, d, $J = 15.9$ Hz, β -CH =)。以上波谱数据与咖啡酸甲酯(methyl caffeate)的文献值相符^[11]。

化合物10 黄色针晶 ESI-MS m/z 181 $[M + H]^+$, 1H -NMR ($DMSO-d_6$, 600 MHz) δ : 6.29 (1H, d, $J = 16.2$ Hz, H- α), 6.73 (1H, d, $J = 7.8$ Hz, H-3), 6.82 (1H, dd, $J = 1.8, 7.8$ Hz, H-4), 6.94 (1H, d, $J = 1.8$ Hz, H-6), 7.21 (1H, d, $J = 16.2$ Hz, H- β), 9.08 (1H, s, OH), 9.31 (1H, s, OH)。以上波谱数据与银桦酸(grevillic acid)的文献值一致^[12]。

化合物11 淡黄色固体 ESI-MS m/z 178 $[M + H]^+$, 1H -NMR ($DMSO-d_6$, 600 MHz) δ : 1.25 (3H, d, $J = 7.0$ Hz, CH_3), 1.60 (1H, m), 2.33 (1H, m), 3.07 (1H, m), 3.25 (2H, m), 8.82 (1H, s, H-6), 8.58 (1H, s, H-2); ^{13}C -NMR ($DMSO-d_6$, 150 MHz) δ : 147.8 (C-2), 145.1 (C-3), 155.4 (C-4), 123.2 (C-5), 149.2 (C-6), 33.4 (C-7), 32.2 (C-8), 36.8 (C-9), 167.4 (C-10), 20.1 (CH_3)。以上波谱数据与 boschniakinic acid 的文献值一致^[13]。

化合物12 白色固体 ESI-MS m/z 489 $[M + Na]^+$, 1H -NMR ($DMSO-d_6$, 600 MHz) δ : 1.21, 1.23 (each 3H, s, $2 \times CH_3$), 3.87 (1H, m, H-2''), 4.39 (1H, m, H-1''b), 4.60 (1H, dd, $J = 9.8, 1.6$ Hz, H-1''a), 6.42 (1H, d, $J = 9.4$ Hz, H-3), 7.09 (1H, d, $J = 2.0$ Hz, H-3'), 7.66 (1H, s, H-5), 8.11 (1H, d, $J = 2.0$ Hz, H-2'), 8.13 (1H, d, $J = 9.4$ Hz, H-4), 4.40 (1H, d, $J = 7.7$ Hz, H-1'''), 2.90 (1H, m, H-2'''), 3.15 (1H, m, H-3'''), 3.02 (1H, m, H-4'''), 3.10 (1H, m, H-5'''), 3.60 (1H, m, H-6''a), 3.37 (1H,



m, H-6'' b); $^{13}\text{C-NMR}$ (DMSO- d_6 , 150 MHz) δ : 160.3 (C-2), 114.6 (C-3), 145.8 (C-4), 116.9 (C-4a), 114.1 (C-5), 126.3 (C-6), 147.6 (C-7), 132.0 (C-8), 143.1 (C-8a), 148.2 (C-2'), 107.5 (C-3'), 77.1 (C-1''), 77.2 (C-2''), 78.6 (C-3''), 24.2 (-CH₃), 22.0 (-CH₃), Glc: 97.2 (C-1), 74.1 (C-2), 75.6 (C-3), 70.7 (C-4), 75.6 (C-5), 61.6 (C-6)。以上波谱数据与 *tert-O-β-D-glucopyranosyl-(R)-heracleenol* 的文献值^[14]一致。

化合物 13 无色晶体 ESI-MS m/z 417 [M + Na]⁺, $^1\text{H-NMR}$ (DMSO- d_6 , 600 MHz) δ : 4.15 (3H, s, OCH₃), 6.32 (1H, d, $J=9.9$ Hz, H-3), 7.34 (1H, d, $J=2.2$ Hz, H-3'), 8.04 (1H, d, $J=2.2$ Hz, H-2'), 8.17 (1H, d, $J=9.9$ Hz, H-4), Glc: 5.35 (1H, d, $J=6.9$ Hz, H-1''), 3.13 ~ 3.51 (5H, m, H-2'' ~ H-6'')。以上波谱数据与 5-methoxy-8-*O-β-D-glucopyranosyloxypsoresalen* 文献值相符^[15]。

化合物 14 白色固体 ESI-MS m/z 447 [M + Na]⁺, $^1\text{H-NMR}$ (DMSO- d_6 , 600 MHz) δ : 1.47 (6H, s, 2'-CH₃), 4.54 (1H, d, $J=6.3$ Hz, H-2), 5.25 (1H, d, $J=6.6$ Hz, H-3), 7.68 (1H, s, H-4), 8.01 (1H, d, $J=9.5$ Hz, H-5), 6.26 (1H, d, $J=9.5$ Hz, H-6), 6.92 (1H, s, H-9), 4.53 (1H, d, $J=7.7$ Hz, H-1''), 2.86 (1H, m, H-2''), 3.14 (1H, m, H-3''), 3.04 (1H, m, H-4''), 3.06 (1H, m, H-5''), 3.34, 3.38 (each 1H, m, H-6''), $^{13}\text{C-NMR}$ (DMSO- d_6 , 150 MHz) δ : 92.2 (C-2), 77.9 (C-3), 129.0 (C-3a), 126.0 (C-4), 112.2 (C-4a), 145.3 (C-5), 112.2 (C-6), 160.8 (C-7), 156.5 (C-8a), 97.7 (C-9), 162.8 (C-9a), 70.2 (C-1'), 23.2, 25.0 (-CH₃), Glc: 97.7 (C-1), 73.8 (C-2), 77.0 (C-3), 70.2 (C-4), 77.3 (C-5), 61.2 (C-6)。以上波谱数据与 1'-*O-β-D-glucopyranosyl-3-hydroxynodakenetin* 的文献值一致^[16]。

化合物 15 白色固体 ESI-MS m/z 469 [M + Na]⁺, $^1\text{H-NMR}$ (DMSO- d_6 , 600 MHz) δ : 2.82 (2H, m, H-7), 3.63 (1H, m, H-8a), 3.90 (1H, dd, $J=8.2, 16.0$ Hz, H-8b), 4.32 (1H, d, $J=7.7$ Hz, H-1''), 4.39 (1H, d, $J=7.9$ Hz, H-1'), 7.16 (1H, m, H-4), 7.24 (4H, d, $J=4.7$ Hz, H-2, 3, 5, 6); $^{13}\text{C-NMR}$ (DMSO- d_6 , 150 MHz) δ : 139.3 (C-1), 129.4 (C-2), 128.6 (C-3), 126.4 (C-4), 128.0 (C-5), 129.4 (C-6), 36.0 (C-7), 70.1 (C-8), Glc: 104.5 (C-1), 82.7 (C-2), 77.1 (C-3), 70.3 (C-4), 76.6

(C-5), 61.4 (C-6), Glc: 101.8 (C-1'), 75.3 (C-2'), 77.6 (C-3'), 70.4 (C-4'), 76.6 (C-5'), 61.5 (C-6')。以上波谱数据与 苯乙醇-*O-β-D-吡喃葡萄糖-(1→2)-O-β-D-吡喃葡萄糖苷* (phenylethyl-*O-β-D-glucopyranosyl-(1→2)-β-D-glucopyranoside*) 的文献值相一致^[17]。

[参考文献]

- [1] 中国科学院西北高原生物研究所. 藏药志[M]. 西宁:青海人民出版社, 1991:463.
- [2] 傅子, 李普济, 白央, 等. 西藏罗花挥发油 GC-MS 分析[J]. 分析测试学报, 2008, 27(增刊):70.
- [3] Pan W G, Jiang S P, Luo P, et al. Isolation, purification and structure identification of antioxidant compound from the roots of *Incarvillea younghusbandii* Sprague and its life span prolonging effect in *Drosophila melanogaster*[J]. Nat Prod Res, 2008, 22(8): 719.
- [4] 饶高雄, 吴燕, 戴万生, 等. 永宁独活的香豆素成分[J]. 中国中药杂志, 1993, 18(12):736.
- [5] 孙凤, 段志红, 普建英, 等. 马厂归头的化学成分研究[J]. 云南中医学院学报, 2003, 26(26):14.
- [6] Harker S, Razdan T K, Waight E S. Steroids, chromone and coumarins from *Angelica officinalis*[J]. Phytochemistry, 1984, 23(2): 419.
- [7] Elgamal M H A, Elewa N H, Elkhrisy E A M, et al. ^{13}C chemical shift and carbon-proton coupling constants of some furocoumarins and furochromones [J]. Phytochemistry, 1979, 18: 139.
- [8] 梁波, 徐丽珍, 邹志梅, 等. 川白芷化学成分研究[J]. 中草药, 2005, 36(8):1132.
- [9] Niu X M, Li S H, Jiang B, et al. Constituents from the roots of *Heracleum rapula* Franch [J]. J Asian Nat Prod Res, 2002, 4(1): 33.
- [10] 于德泉, 杨峻山. 分析化学手册[M]. 北京:化学工业出版社, 1999.
- [11] 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.
- [12] 刘明生, 何泉泉, 靳德军, 等. 海南裂叶山龙眼化学成分研究[J]. 中国药学杂志, 2005, 40(12):893.
- [13] Nicolas R, Christophe H, Francis M. Neat total synthesis of six monoterpenic alkaloids of the actinidine series [J]. Tetrahedron, 2007, 63: 3702.
- [14] Thastrup O, Lemmich J. Furocoumarin glucosides of *Angelica archangelica* subspecies *litoralis* [J]. Phytochemistry, 1983, 22(9): 2035.
- [15] Ahluwalia V K, Boyd D R, Jain K A, et al. Furanocoumarin glucosides from the seed of *Apium graveolens* [J]. Phytochemistry, 1988, 27(4): 1181.
- [16] 肖永庆, 李丽, 谷口雅颜, 等. 云南羌活的苷类成分[J]. 药学报, 2001, 36(7):519.
- [17] 霍长虹, 王柳, 梁鸿, 等. 红树林植物老鼠筋化学成分的研究[J]. 中国中药杂志, 2006, 31(24):2052.



Chemical constituents of *Incarvillea younghusbandii*

FU Yu¹, BAI Yang², DAWA Zhuoma², BAI Bingru¹, DING Lisheng^{1*}

(1. Chengdu Institute of Biology, Chinese Academy of Sciences, Chengdu 610041, China;

2. Tibet Autonomous Region Institute for Food and Drug Control, Lhasa 850000, China)

[Abstract] **Objective:** To study the chemical constituents of *Incarvillea younghusbandii*. **Method:** The chemical constituents were isolated by various column chromatographic methods and structurally identified by NMR and MS evidence. **Result:** Fifteen compounds were obtained and identified as isobergaptin (**1**), sphondin (**2**), imperatorin (**3**), xanthotoxin (**4**), phellopterin (**5**), heraclenol (**6**), rivulobirin A (**7**), methyl oleanolate (**8**), methyl caffeate (**9**), grevillic acid (**10**), boschniakinic acid (**11**), tert-*O*- β -*D*-glucopyranosyl-(*R*)-heraclenol (**12**), 5-methoxy-8-*O*- β -*D*-glucopyranosyloxypsoralen (**13**), 1'-*O*- β -*D*-glucopyranosyl-3-hydroxynodakenetin (**14**) and phenylethyl-*O*- β -*D*-glucopyranosyl-(1 \rightarrow 2)- β -*D*-glucopyranoside (**15**). **Conclusion:** All of these compounds were isolated from this plant for the first time and most of them are furocoumarins.

[Key words] *Incarvillea younghusbandii*; chemical constituent; furocoumarin

doi: 10.4268/cjmm20100112

[责任编辑 王亚君]

封面图片简介

山芍药: 学名 *Paeonia japonica* (Makino) Miyabe et Takeda

别名: 草芍药

生境: 生于海拔 300 ~ 1 500 m 富含腐殖质的林下、林缘、草地、溪边及路旁等处。

分布: 东北、朝鲜、俄罗斯 (远东地区)。本地区的各市县。

入药部位: 根入药。

药用价值: 苦, 微寒。活血散瘀, 泻肝清热, 利尿, 止痛。主治经闭痛经、肝火头痛、眩晕、痈肿疼痛及小便不利等。水煎服, 用量 10 ~ 15 g。