

紫红獐芽菜的化学成分研究

蒋春丽¹, 韩 锋^{2,3}, 白 玫², 马 莉^{2,3*}

1. 云南生物谷灯盏花药业有限公司, 云南 昆明 650224

2. 天津药物研究院, 天津 300193

3. 中药现代制剂与质量控制技术国家地方联合工程实验室(天津), 天津 300193

摘要: 目的 对紫红獐芽菜的化学成分进行研究。方法 利用溶剂萃取、柱色谱、薄层色谱、重结晶等方法对紫红獐芽菜乙醇提取物进行化学成分分离, 通过波谱和理化性质等方法对化合物结构进行鉴定。结果 从紫红獐芽菜中分离得到 11 个化合物, 分别为 1-羟基-2,3,5-三甲氧基呋喃酮(1)、1-羟基-3,7,8-三甲氧基呋喃酮(2)、1,3,8-三羟基-5-甲氧基呋喃酮(3)、1,5,8-三羟基-3-甲氧基呋喃酮(4)、齐墩果酸(5)、獐牙菜苦苷(6)、龙胆苦苷(7)、芒果苷(8)、8-*O*-β-*D*-吡喃葡萄糖-1,3,5-三羟基呋喃酮(9)、1-*O*-β-*D*-吡喃葡萄糖-7-羟基-3,8-二甲氧基呋喃酮(10)、1-*O*-β-*D*-吡喃葡萄糖-8-羟基-3,7-二甲氧基呋喃酮(11)。结论 化合物 2、3、7、9~11 为首次从该植物中分离得到。

关键词: 紫红獐芽菜; 1-羟基-3,7,8-三甲氧基呋喃酮; 龙胆苦苷; 8-*O*-β-*D*-吡喃葡萄糖-1,3,5-三羟基呋喃酮

中图分类号: R284.1 **文献标志码:** A **文章编号:** 1674-5515(2013)04-0480-04

DOI: 10.7501/j.issn.1674-5515.2013.04.003

Chemical constituents of *Swertia punicea*

JIANG Chun-li¹, HAN Feng^{2,3}, BAI Mei², MA Li^{2,3}

1. Yunnan Biovalley Pharmaceutical Co., Ltd., Kunming 650224, China

2. Tianjin Institute of Pharmaceutical Research, Tianjin 300193, China

3. National & Local United Engineering Laboratory of Modern Preparation and Quality Control Technology of Traditional Chinese Medicine (Tianjin), Tianjin 300193, China

Abstract: Objective To study the chemical constituents of *Swertia punicea*. **Methods** The compounds were isolated and purified by solvent extraction, column chromatography, thin layer chromatography and recrystallization, and their chemical structures were identified by their spectral analyses and physicochemical properties. **Results** Eleven compounds were isolated and identified as 1-hydroxy-2,3,5-trimethoxyxanthone (1), 1-hydroxy-3,7,8-trimethoxyxanthone (2), 1,3,8-trihydroxy-5-methoxyxanthone (3), 1,5,8-trihydroxy-3-methoxyxanthone (4), oleanolic acid (5), swertiamarin (6), gentiopicrosid (7), mangiferin (8), 8-*O*-β-*D*-glucopyranosyl-1,3,5-trimethoxyxanthone (9), 1-*O*-β-*D*-glucopyranosyl-7-hydroxy-3,8-dimethoxyxanthone (10), and 1-*O*-β-*D*-glucopyranosyl-8-hydroxy-3,7-dimethoxyxanthone (11). **Conclusion** Compound 2, 3, 7, 9, 10, 11 are isolated from this plant for the first time.

Key words: *Swertia punicea* Hemsl; 1-hydroxy-3,7,8-trimethoxyxanthone; gentiopicrosid; 8-*O*-β-*D*-glucopyranosyl-1,3,5-trimethoxyxanthone

龙胆科植物紫红獐芽菜 *Swertia punicea* Hemsl. 分类于獐牙菜属, 该属植物在我国有 70 多种。分布在云南、青海、湖南等地的紫红獐芽菜是我国彝族常用草药。已上市品种肝复康片(紫红獐芽菜总苷)是以齐墩果酸和环烯醚萜等类成分为主要成分的治疗肝炎药物。近年来, 有研究认为呋喃酮类成分具有显著的抗肝炎活性作用, 因此, 此类成分的研究工作作为扩大紫红獐芽菜的临床应用以及从传统中药中

发现作用机制新颖的保肝利胆药物提供了重要的化学和药理学基础^[1]。紫红獐芽菜呋喃酮类成分的提取多以不同体积分数的乙醇为溶剂, 所以本研究以紫红獐芽菜乙醇提取物作为研究对象, 从中分离得到了 11 个化合物, 分别鉴定为 1-羟基-2,3,5-三甲氧基呋喃酮(1)、1-羟基-3,7,8-三甲氧基呋喃酮(2)、1,3,8-三羟基-5-甲氧基呋喃酮(3)、1,5,8-三羟基-3-甲氧基呋喃酮(4)、齐墩果酸(5)、獐牙菜苦苷(6)、龙胆苦苷(7)、

收稿日期: 2013-05-10

作者简介: 蒋春丽, 女。Tel: (022)23006851 E-mail: zhihua504@163.com

*通信作者 马 莉 Tel: 13312116091 E-mail: zhihua504@163.com

芒果苷(8)、8-*O*- β -D-吡喃葡萄糖-1,3,5-三羟基吡喃(9)、1-*O*- β -D-吡喃葡萄糖-7-羟基-3,8-二甲氧基吡喃(10)、1-*O*- β -D-吡喃葡萄糖-8-羟基-3,7-二甲氧基吡喃(11),其中化合物2、3、7、9、10、11为首次从该植物中分离得到。

1 仪器与试剂

UV-1601型紫外分光光度计(日本岛津公司),JOEL-300型超导核磁共振仪(日本电子公司),BruckAC-300P型超导核磁共振仪(瑞士Bruck公司),710型红外波谱仪(美国尼高力公司),WRR型熔点仪(上海物理光学仪器),Sephadex LH-20(上海化学试剂厂)。

柱色谱用硅胶柱(100~200、200~300目,青岛海洋化工厂分厂),C₁₈反向硅胶(200~300目,上海和杰科技有限公司),柱色谱用聚酰胺(60~90目,江苏临江试剂化工厂),聚酰胺薄膜(青岛海洋化工厂分厂),硅胶G薄层板(青岛海洋化工厂分厂),三氯化铁、铁氰化钾(天津化学试剂三厂), α -萘酚(天津市化学试剂二厂),实验所用甲醇、氯仿等试剂均为分析纯,水为蒸馏水。

紫红獐芽菜的干燥全草购于云南红河,经天津药物研究院侯文彬研究员鉴定为龙胆科植物紫红獐芽菜 *Swertia punicea* Hemsl.。

2 提取与分离

取紫红獐芽菜干燥全草5.0 kg,粉碎成小段,分别加80%乙醇10倍、8倍、6倍量回流提取3次,1 h/次,合并滤液,减压回收乙醇,得乙醇提取物浸膏1.25 kg,加水调整体积至5 L,用石油醚萃取3次,每次石油醚用量为2.5 L,取石油醚层,减压浓缩,得石油醚萃取物浸膏,备用;水层依次用氯仿、醋酸乙酯、水饱和正丁醇分别萃取5次,每次用量为2.5 L,将各部分有机层减压浓缩,得各部分萃取物浸膏,真空干燥,粉碎,得石油醚萃取物干粉82 g、氯仿萃取物干粉115 g、醋酸乙酯萃取物干粉156 g、正丁醇萃取物干粉128 g。

取石油醚、氯仿、醋酸乙酯、正丁醇萃取物干粉少量,分别甲醇溶解,点于聚酰胺薄膜,以乙醇-水(5:3)为展开剂,展开,喷以三氯化铁1%-铁氰化钾1%(1:1)的显色剂,检视。结果显示,醋酸乙酯、正丁醇萃取物中集中了更多种类的成分,本实验选用醋酸乙酯及正丁醇萃取部分为研究对象进行进一步分离。

取醋酸乙酯萃取物30 g,采用聚酰胺柱色谱分

离,分别以30%、40%、50%、60%、70%乙醇梯度洗脱,合并相同流份得Fr.1~Fr.6。Fr.2经醋酸乙酯-甲醇-水(20:2:1)洗脱,得化合物1(0.4 g)、2(0.2 g);Fr.3经反相硅胶柱色谱分离,分别以水、10%乙醇、20%乙醇洗脱,甲醇重结晶,得化合物3(1.3 g);Fr.4经甲醇重结晶,得化合物4(2.1 g);Fr.5经甲醇-二氯甲烷(10:3)重结晶,得化合物5(4.8 g)。

取正丁醇萃取物150 g,采用硅胶柱色谱分离,氯仿-甲醇(10:0.1~10:3)梯度洗脱,合并相同流份得Fr.1~Fr.8。Fr.3经硅胶柱色谱氯仿-甲醇(3:2)洗脱,得化合物6(8.2 g);Fr.5经Sephadex LH-20甲醇梯度洗脱,得化合物7(2.6 g)、8(5.5 g)、9(2.4 g);Fr.8经制备高效液相色谱50%甲醇洗脱,得化合物10(0.6 g)、11(0.4 g)。

3 结构鉴定

化合物1:黄色针状结晶(无水乙醇),熔点为186~188 °C; ¹H-NMR(400 MHz, DMSO-*d*₆) δ : 12.68(1H, s, OH-1), 7.6(1H, d, *J*=8.8 Hz, H-6), 7.5(1H, d, *J*=9.2 Hz, H-8), 7.38~7.42(1H, t, *J*=8.8、9.2 Hz, H-7), 6.85(1H, s, H-4), 3.97(3H, s, OCH₃-2), 3.95(3H, s, OCH₃-3), 3.74(3H, s, OCH₃-5); ¹³C-NMR(100 MHz, DMSO-*d*₆) δ : 160.1(C-1), 120.2(C-2), 115.6(C-3), 92.6(C-4), 152.7(C-5), 124.1(C-6), 120.2(C-7), 116.7(C-8), 180.5(C-9), 60.0(OCH₃), 56.7(OCH₃), 56.2(OCH₃)。IR ν_{\max}^{KBr} (cm⁻¹): 3 300~3 600(OH), 1 648(C=O), 1 618, 1 582(芳香环), 750; UV $\lambda_{\max}^{\text{MeOH}}$ (nm): 220, 243, 263, 272, 305, 365。以上数据与文献报道^[2]一致,与1-羟基-2,3,5-三甲氧基吡喃对照品混合,共熔点不下降,故鉴定化合物1为1-羟基-2,3,5-三甲氧基吡喃。

化合物2:黄色针状结晶(甲醇),mp 160~161 °C。UV $\lambda_{\max}^{\text{MeOH}}$ (nm): 238, 256, 312, 372。ESI-MS *m/z*: 303 [M+H]⁺; ¹H-NMR(400 MHz, DMSO-*d*₆) δ : 13.21(1H, s, OH-1), 3.87(6H, s, OCH₃-7、8), 3.83(3H, s, OCH₃-3), 7.33(1H, d, *J*=8.4 Hz, H-5), 6.51(1H, s, H-4), 6.33(1H, s, H-2); ¹³C-NMR(100 MHz, DMSO-*d*₆) δ : 163.6(C-1), 97.4(C-2), 167.9(C-3), 92.6(C-4), 157.3(C-4a), 150.7(C-4b), 115.3(C-5), 123.8(C-6), 150.2(C-7), 151.7(C-8), 116.4(C-8a), 104.0(C-8b), 183.2(C-9), 58.2(CH₃-3), 59.1(OCH₃-7), 63.2

(OCH₃-8)。以上数据与文献报道^[3]一致,与 1-羟基-3,7,8-三甲氧基吡啶对照品混合,共熔点不下降,故鉴定化合物 **2** 为 1-羟基-3,7,8-三甲氧基吡啶。

化合物 **3**: 黄色针状结晶(甲醇)。UV $\lambda_{\max}^{\text{MeOH}}$ (nm): 258, 279, 337。ESI-MS m/z : 275 [M+H]⁺; ¹H-NMR (400 MHz, DMSO-*d*₆) δ : 11.82 (1H, s, OH-1), 12.45 (1H, s, OH-3), 4.99 (1H, s, OH-8), 3.80 (3H, s, OCH₃-5), 6.22 (1H, d, $J=2.5$ Hz, H-2)、6.48 (1H, d, $J=2.5$ Hz, H-4), 7.38 (1H, d, $J=9.0$ Hz, H-6)、6.77 (1H, d, $J=9.0$ Hz, H-7); ¹³C-NMR (100 MHz, DMSO-*d*₆) δ : 163.6 (C-1), 99.8 (C-2), 168.5 (C-3), 96.2 (C-4), 158.6 (C-4a), 147.6 (C-4b), 140.6 (C-5), 121.8 (C-6), 110.5 (C-7), 154.8 (C-8), 108.6 (C-8a), 102.7 (C-8b), 185.2 (C-9), 58.1 (OCH₃)。以上数据与文献报道^[4]一致,与 1,3,8-三羟基-5-甲氧基吡啶对照品混合,共熔点不下降,故鉴定化合物 **3** 为 1,3,8-三羟基-5-甲氧基吡啶。

化合物 **4**: 黄色片状结晶(甲醇), mp 265~266 °C; ¹H-NMR (400 MHz, DMSO-*d*₆) δ : 11.88 (1H, s, OH-1), 11.05 (1H, s, OH-5), 9.65 (1H, s, OH-8), 3.88 (3H, s, OCH₃-3), 6.37 (1H, d, $J=2.0$ Hz, H-2), 6.58 (1H, d, $J=2.0$ Hz, H-4), 7.24 (1H, d, $J=8.8$ Hz, H-6)、6.63 (1H, d, $J=8.8$ Hz, H-7); ¹³C-NMR (100 MHz, DMSO-*d*₆) δ : 161.9 (C-1), 97.4 (C-2), 167.0 (C-3), 92.9 (C-4), 157.3 (C-4a), 143.3 (C-4b), 137.3 (C-5), 123.8 (C-6), 109.5 (C-7), 151.8 (C-8), 107.5 (C-8a), 102.0 (C-8b), 184.0 (C-9), 56.2 (OCH₃)。以上数据与文献报道^[5]一致,与 1,5,8-三羟基-3-甲氧基吡啶对照品混合,共熔点不下降,故鉴定化合物 **4** 为 1,5,8-三羟基-3-甲氧基吡啶。

化合物 **5**: 白色针晶[甲醇-二氯甲烷(10:3)], mp 305 °C。Lieberman-Burchard 反应呈阳性; ¹H-NMR (400 MHz, DMSO-*d*₆) δ : 1.08 (3H, s, CH₃-27), 0.88 (3H, s, CH₃-23), 0.86 (3H, s, CH₃-24), 0.86 (3H, s, CH₃-29), 0.84 (3H, s, CH₃-30), 0.71 (3H, s, CH₃-25), 0.67 (3H, s, CH₃-26), 5.15 (1H, s, H-12), 11.99 (1H, s, COOH-17); ¹³C-NMR (100 MHz, DMSO-*d*₆) δ : 38.9 (C-1), 22.6 (C-2), 76.8 (C-3), 38.0 (C-4), 54.8 (C-5), 18.0 (C-6), 33.3 (C-7), 38.3 (C-8), 47.0 (C-9), 36.6 (C-10), 22.9 (C-11), 121.5 (C-12),

143.8 (C-13), 41.3 (C-14), 27.2 (C-15), 23.3 (C-16), 45.7 (C-17), 40.8 (C-18), 45.4 (C-19), 30.4 (C-20), 32.4 (C-21), 32.0 (C-22), 28.2 (C-23), 16.0 (C-24), 15.0 (C-25), 16.8 (C-26), 25.6 (C-27), 178.5 (C-28), 32.8 (C-29), 23.3 (C-30)。以上数据与文献报道^[6]一致,与齐墩果酸对照品混合,共熔点不下降,故鉴定化合物 **5** 为齐墩果酸。

化合物 **6**: 白色无定形粉末(甲醇)。Molish 反应呈阳性, mp 124~126 °C; ¹H-NMR (400 MHz, DMSO-*d*₆) δ : 7.50 (1H, s, H-3), 5.58 (1H, s, H-1), 5.15~5.32 (2H, m, H-8、10), 4.45 (1H, d, $J=9.2$ Hz, H-1'), 3.28 (1H, d, $J=10.2$ Hz, H-9); ¹³C-NMR (100 MHz, DMSO-*d*₆) δ : 98.2 (C-1'), 72.9 (C-2'), 76.0 (C-3'), 70.0 (C-4'), 77.4 (C-5'), 60.8 (C-6'), 96.4 (C-1), 151.9 (C-3), 108.1 (C-4), 62.5 (C-5), 32.0 (C-6), 64.1 (C-7), 132.9 (C-8), 49.9 (C-9), 120.3 (C-10), 164.4 (C-11)。以上数据与文献报道^[7]一致,与獐牙菜苦苷对照品混合,共熔点不下降,故鉴定化合物 **6** 为獐牙菜苦苷。

化合物 **7**: 淡黄色针状结晶(无水乙醇)。Molish 反应呈阳性, mp 121 °C; ¹H-NMR (400 MHz, DMSO-*d*₆) δ : 7.40 (1H, s, H-3), 5.58 (1H, d, $J=3.0$ Hz, H-1), 5.27 (1H, m, H-8), 4.48 (1H, d, $J=8.0$ Hz, H-1'); ¹³C-NMR (100 MHz, DMSO-*d*₆) δ : 96.5 (C-1'), 72.8 (C-2'), 76.6 (C-3'), 69.1 (C-4'), 77.3 (C-5'), 61.1 (C-6'), 显示该化合物有葡萄糖残基的存在, 98.8 (C-1), 148.8 (C-3), 103.3 (C-4), 125.0 (C-5), 116.1 (C-6), 70.0 (C-7), 134.0 (C-8), 44.34 (C-9), 117.9 (C-10), 162.7 (C-11)。以上数据与文献报道^[8]一致,与龙胆苦苷对照品混合,共熔点不下降。故鉴定化合物 **7** 为龙胆苦苷。

化合物 **8**: 淡黄色柱状结晶(甲醇), mp 254~255 °C (分解), 易溶于热甲醇、吡啶, 盐酸-镁粉反应呈桔红色, FeCl₃ 反应呈墨绿色; ¹H-NMR (400 MHz, DMSO-*d*₆) δ : 7.37 (1H, s, H-8), 6.85 (1H, s, H-4), 6.36 (1H, s, H-5), 4.58 (1H, d, $J=9.6$ Hz, H-2); ¹³C-NMR (100 MHz, DMSO-*d*₆) δ : 73.1 (C-1'), 70.6 (C-2'), 79.0 (C-3'), 70.2 (C-4'), 81.5 (C-5'), 61.5 (C-6'), 显示该化合物有葡萄糖残基的存在, 161.7 (C-1), 107.6 (C-2), 163.8 (C-3), 93.3 (C-4), 102.6 (C-5), 154.0 (C-6), 143.7 (C-7), 108.1 (C-8), 179.1 (C-9)。以上数据与文献报道^[5]一致,与芒果苷对照品混合,共熔点不下降,故鉴

定化合物 **8** 为芒果苷。

化合物 **9**: 淡黄色无定型粉末 (甲醇)。Molish 反应呈阳性, mp 268~269 °C, ESI-MS m/z : 445 $[M+Na]^+$, UV $\lambda_{\max}^{\text{MeOH}}$ (nm): 221.3, 252.2, 275.6, 327.5; $^1\text{H-NMR}$ (400 MHz, DMSO- d_6) δ : 13.28 (1H, s, OH-1), 7.88 (1H, d, $J=8.8$ Hz, H-6), 7.65 (1H, d, $J=8.8$ Hz, H-7), 6.57 (1H, d, $J=2.0$ Hz, H-4), 6.28 (1H, d, $J=2.0$ Hz, H-2), 5.01 (1H, d, $J=8.0$ Hz, H-1'), $^{13}\text{C-NMR}$ (100 MHz, DMSO- d_6) δ : 163.6 (C-1), 99.1 (C-2), 166.7 (C-3), 94.2 (C-4), 157.2 (C-4a), 145.6 (C-4b), 141.6 (C-5), 121.8 (C-6), 113.4 (C-7), 150.3 (C-8), 112.6 (C-8a), 103.2 (C-8b), 181.6 (C-9), 104.1 (C-1'), 74.3 (C-2'), 76.7 (C-3'), 70.3 (C-4'), 78.1 (C-5'), 61.6 (C-6')。以上数据与文献报道^[9]一致, 故鉴定化合物 **9** 为 8-*O*- β -*D*-吡喃葡萄糖-1,3,5-三羟基吡酮。

化合物 **10**: 淡黄色粉末 (甲醇)。Molish 反应呈阳性, ESI-MS m/z : 449 $[M-H]^-$, 287 $[M-\text{glc}]^-$; $^1\text{H-NMR}$ (400 MHz, DMSO- d_6) δ : 9.58 (1H, s, OH-7), 3.80 (3H, s, OCH₃-3), 3.88 (3H, s, OCH₃-8), 6.88 (1H, s, H-4), 6.82 (1H, s, H-2), 7.26 (1H, d, $J=8.6$ Hz, H-5), 7.39 (1H, d, $J=8.6$ Hz, H-6); $^{13}\text{C-NMR}$ (100 MHz, DMSO- d_6) δ : 176.6 (C=O), 161.2 (C-1), 101.7 (C-2), 166.8 (C-3), 96.5 (C-4), 159.3 (C-4a), 148.2 (C-4b), 114.3 (C-5), 125.1 (C-6), 147.6 (C-7), 150.2 (C-8), 119.1 (C-8a), 109.8 (C-8b), 105.2 (C-1'), 75.8 (C-2'), 77.6 (C-3'), 71.2 (C-4'), 79.3 (C-5'), 62.9 (C-6'), 57.8 (OCH₃), 62.6 (OCH₃)。以上数据与文献报道^[10]一致, 故鉴定化合物 **10** 为 1-*O*- β -*D*-吡喃葡萄糖-7-羟基-3,8-二甲氧基吡酮。

化合物 **11**: 淡黄色粉末 (甲醇)。Molish 反应呈阳性, ESI-MS m/z : 449 $[M-H]^-$, 287 $[M-\text{glc}]^-$;

$^1\text{H-NMR}$ (400 MHz, DMSO- d_6) δ : 13.28 (1H, s, OH-8), 3.83 (3H, s, OCH₃-3), 3.92 (3H, s, OCH₃-7), 6.83 (1H, s, H-2), 6.82 (1H, s, H-4), 6.95 (1H, d, $J=8.8$ Hz, H-5), 7.58 (1H, d, $J=8.8$ Hz, H-6); $^{13}\text{C-NMR}$ (100 MHz, DMSO- d_6) δ : 182.3 (C=O), 161.5 (C-1), 100.2 (C-2), 167.6 (C-3), 96.1 (C-4), 160.7 (C-4a), 152.4 (C-4b), 110.1 (C-5), 122.3 (C-6), 144.4 (C-7), 150.2 (C-8), 106.4 (C-8a), 103.5 (C-8b), 106.1 (C-1'), 75.6 (C-2'), 79.2 (C-3'), 71.5 (C-4'), 79.8 (C-5'), 62.8 (C-6'), 58.1 (OCH₃), 58.3 (OCH₃)。以上数据与文献报道^[10]一致, 故鉴定化合物 **11** 为 1-*O*- β -*D*-吡喃葡萄糖-8-羟基-3,7-二甲氧基吡酮。

参考文献

- [1] 蒋春丽, 白 玫, 杨春辉, 等. 咕吨酮类化合物的药理作用研究进展 [J]. 现代药物与临床, 2013, 28(3), 452-456.
- [2] 张卫东, 陈万生, 王永红. 灯盏花中两个新化合物的分离和鉴定 [J]. 中草药, 2001, 32(7): 577-579.
- [3] 纪兰菊. 二叶獐牙菜化学成分研究 [J]. 西北植物学报, 2005, 25(1): 161-163.
- [4] 徐康平, 徐平声, 刘 巍, 等. 川东獐牙菜的化学成分研究 [J]. 天然产物研究与开发, 2002, 14(6): 18-19.
- [5] 江纪武, 肖庆祥. 植物有效成分手册 [M]. 北京: 人民卫生出版社, 1986: 696.
- [6] 崔保松, 李 帅. 青钱柳叶的化学成分研究 [J]. 中草药, 2012, 43(11): 2132-2136.
- [7] 张秀桥, 田峦鸾, 陈家春, 等. 紫红獐牙菜化学成分的研究 [J]. 中草药, 2007, (8): 1153-1154.
- [8] 段朝辉, 石宝俊, 吴立宏, 等. 长梗秦艽的化学成分 [J]. 中国天然药物, 2007, 5(6): 417-420.
- [9] 曾光尧, 谭桂山, 徐康平, 等. 川东獐牙菜水溶性化学成分 [J]. 药学报, 2004, 39(5): 351-353.
- [10] 潘 丽, 张晓锋, 王明奎, 等. 祁连獐牙菜化学成分研究 [J]. 中草药, 2002, 33(7): 583-586.