

白鹤藤中的 1 个新生物碱

卢汝梅, 王 肖, 蒙秋艳, 赵惠玲, 李 兵, 韦建华*

广西中医药大学药学院, 广西 南宁 530001

摘 要: 目的 研究白鹤藤 *Argyreia aceta* 的化学成分。方法 采用硅胶、大孔吸附树脂、MCI GEL CHP 20P 反相树脂、Sephadex LH-20、制备液相色谱等方法对其化学成分进行分离, 并根据理化性质及波谱数据鉴定化合物结构。结果 从白鹤藤中分离鉴定 10 个化合物, 分别为咖啡酸乙酯 (1)、粗毛豚草素 (2)、槲皮素 (3)、东莨菪苷 (4)、*N*-反式-对香豆酰基酪胺 (5)、甘露醇 (6)、橙皮苷 (7)、华佗豆丙碱-4'-*O*- β -*D*-(6-*O*-反式香豆酰基)-葡萄糖苷 (8)、假荆芥属苷 (9)、高车前苷 (10)。结论 化合物 8 为新化合物, 命名为白鹤藤碱。化合物 2、3、6、7、9、10 为首次从白鹤藤中分离得到。

关键词: 白鹤藤; 白鹤藤碱; 华佗豆丙碱-4'-*O*- β -*D*-(6-*O*-反式香豆酰基)-葡萄糖苷; 橙皮苷; 高车前苷

中图分类号: R284.1 文献标志码: A 文章编号: 0253-2670(2018)15-3572-04

DOI: 10.7501/j.issn.0253-2670.2018.15.015

A new alkaloid from *Argyreia acuta*

LU Ru-mei, WANG Xiao, MENG Qiu-yan, ZHAO Hui-ling, LI Bing, WEI Jian-hua

College of Pharmacy, Guangxi University of Chinese Medicine, Nanning 530001, China

Abstract: **Objective** To study chemical constituents of *Argyreia acuta*. **Methods** The chemical constituents were isolated and purified by silica gel, macroporous resin adsorption, MCI GEL CHP 20P, Sephadex LH-20 chromatography, and preparative liquid chromatography. Their structures were identified by physicochemical properties and spectral analysis. **Results** Ten compounds were isolated and identified as ethyl caffeate (1), hispidulin (2), quercetin (3), scopolin (4), paprazine (5), mannitol (6), hesperetin (7), ipalbidinium-4'-*O*- β -*D*-(6-*O*-*trans*-coumaroyl)-glucoside (8), nepitrin (9), and homoplantagin (10). **Conclusion** Compound 8 is a new compound named argyreiacutine, and compounds 2, 3, 6, 7, 9, and 10 are isolated from *A. acuta* for the first time.

Key words: *Argyreia acuta* Lour.; argyreiacutine; ipalbidinium-4'-*O*- β -*D*-(6-*O*-*trans*-coumaroyl)-glucoside; hesperetin; homoplantagin

旋花科银背藤属植物白鹤藤 *Argyreia aceta* Lour., 全草药用, 据《广西药用植物名录》记载, 其在广西贵港、玉林、防城港、武鸣等地有分布, 中医用于治疗急性慢性支气管炎、肺癆、肝硬化、肾炎水肿、疮疖、乳痈、皮肤湿疹、外伤出血等症。白鹤藤也是壮医常用的解毒药, 称为“一匹绸”, 具有调水道、气道, 调龙路, 除湿毒之功效; 用于治疗咳嗽、咳痰、水肿、鼓胀、带下、崩漏、跌打损伤、疔疮、湿疹等病^[1]。但其化学成分和药理作用的研究报道较少, 本课题组采用硅胶、大孔吸附树脂、MCI GEL CHP 20P 反相树脂、Sephadex LH-20、制备液相色谱等方法对其化学成分进行分离, 从乙醇提取物中得到 10 个化合物, 分别鉴定为咖啡酸乙

酯 (ethyl caffeate, 1)、粗毛豚草素 (hispidulin, 2)、槲皮素 (quercetin, 3)、东莨菪苷 (scopolin, 4)、*N*-反式-对香豆酰基酪胺 (paprazine, 5)、甘露醇 (mannitol, 6)、橙皮苷 (hesperetin, 7)、华佗豆丙碱-4'-*O*- β -*D*-(6-*O*-反式香豆酰基)-葡萄糖苷 [ipalbidinium-4'-*O*- β -*D*-(6-*O*-*trans*-coumaroyl)-glucoside, 8]、假荆芥属苷 (nepitrin, 9)、高车前苷 (homoplantagin, 10)。其中化合物 8 为新化合物, 命名为白鹤藤碱。化合物 2、3、6、7、9、10 为首次从白鹤藤中分离得到。

1 仪器与材料

Bruker Drx-500 MHz, Bruker Avance III 600 MHz 核磁共振仪 (瑞士 Bruker 公司); Waters Autospec

收稿日期: 2018-04-13

基金项目: 广西科技厅重大专项计划课题 (桂科重 1355001-4-1); 广西壮瑶药重点实验室项目 (桂科基字 [2014] 32 号); 广西卫生厅中医药科技专项 (GZMZ1210)

作者简介: 卢汝梅, 博士, 教授, 研究方向为中药、天然药物化学成分研究。Tel: 13507714262 E-mail: lrm1969@163.com

*通信作者 韦建华, 硕士, 副教授, 从事中药、天然药物化学成分研究。E-mail: 237619535@qq.com

Premier p776 质谱仪 (美国 Waters 公司); LC-20AR 制备液相色谱仪 (日本岛津公司); MCI GEL CHP 20P 反相树脂填料 (日本三菱化学公司); Sephadex LH-20 (美国 Pharmacia 公司); AB-8 大孔吸附树脂 (南开大学树脂厂); TD 电子分析天平 (德国赛多利斯公司); XT4-100A 控温型显微熔点测定仪 (北京科仪电光仪器厂); 柱色谱硅胶 (100~200、200~300 目) 及其余化学试剂 (分析纯, 国药集团化学试剂有限公司)。

白鹤藤药材采于广西贵港市, 经广西中医药大学韦松基教授鉴定为旋花科银背藤属植物白鹤藤 *Argyreia aceta* Lour. 的地上部分。

2 提取与分离

白鹤藤粗粉 20 kg, 用 95%乙醇冷浸提取 3 次, 每次 2 d。提取液减压回收溶剂, 得到乙醇总提取物, 加水悬浮后依次用石油醚 (60~90 °C)、醋酸乙酯、正丁醇萃取, 回收溶剂, 得到石油醚部位浸膏 280 g、醋酸乙酯部位浸膏 450 g、正丁醇部位浸膏 270 g、水部位浸膏 380 g。

醋酸乙酯部位 100 g, 硅胶柱色谱分离, 以氯仿-甲醇 (100:0→0:100) 梯度洗脱, 得到 24 个流分。流分 14、22 分别经硅胶、Sephadex LH-20 柱色谱、制备液相色谱分离纯化, 得到化合物 **1** (21 mg)、**2** (1.6 mg) 和 **3** (4 mg)。

正丁醇部位 200 g, 用 AB-8 大孔树脂柱色谱分离, 水-乙醇 (100:0→0:100) 梯度洗脱, 分得 16 个流分。流分 2 经甲醇重结晶, 得到化合物 **4** (3.0 g)。流分 3 经 MCI GEL CHP 20P 柱色谱、Sephadex LH-20 柱色谱分离, 甲醇重结晶得到化合物 **5** (11 mg)、**6** (2.5 mg)、**7** (0.3 g)。流分 4 甲醇重结晶得到化合物 **8** (3.6 mg); 母液再用 MCI GEL CHP 20P 柱色谱、聚酰胺柱色谱、硅胶制备薄层和 Sephadex LH-20 柱色谱分离纯化, 得到化合物 **9** (3.6 mg) 和 **10** (3 mg)。

3 结构鉴定

化合物 **8**: 白色粉末。HR-ESI-MS m/z : 535.219 6 $[M]^+$ (计算值 535.219 9, $C_{30}H_{33}NO_8^+$), 分子式 $C_{30}H_{33}NO_8^+$ 。 1H -NMR (600 MHz, CD_3OD) δ : 2.38 (3H, s, $-CH_3$), 2.54 (2H, m, H-2), 3.51 (2H, m, H-1), 4.74 (2H, t, $J = 7.6$ Hz, H-3), 7.16 (2H, d, $J = 8.8$ Hz, H-3', 5'), 7.20 (2H, d, $J = 8.8$ Hz, H-2', 6'), 7.82 (1H, s, H-7), 8.47 (1H, s, H-4), 与华佗豆丙碱数据^[2]相似, 推断分子中应有华佗豆丙碱结构片段。 δ 4.98 (1H,

d, $J = 7.4$ Hz, H-1'), 3.39~3.78 (4H, H-2''~5''), 4.44 (1H, dd, $J = 11.8, 2.6$ Hz, H-6''a), 4.50 (1H, dd, $J = 11.8, 8.2$ Hz, H-6''b) 提示分子中有 1 个 β -葡萄糖苷键。 δ 7.52 (1H, d, $J = 16.0$ Hz), 6.33 (1H, d, $J = 16.0$ Hz) 为反式双键的 2 个烯氢, δ 7.37 (2H, d, $J = 8.6$ Hz), 6.63 (2H, d, $J = 8.6$ Hz) 为对位取代苯环上的氢。 ^{13}C -NMR (150 MHz, CD_3OD) δ : 126.9 (C-1'''), 131.3 (C-2''', 6'''), 116.7 (C-3''', 5'''), 161.5 (C-4''') 是 1 个对位取代苯, δ 168.8 为酯羰基, δ 146.6, 115.2 提示有 1 个双键, 以上数据与文献数据^[3]比较可知有 1 个反式香豆酰基。 δ 101.4, 74.8, 78.1, 72.3, 75.5, 64.6 是葡萄糖分子的信号, 从 δ 64.6 (Glc-C-6) 化学位移分析可知, 反式香豆酰基通过氧连在葡萄糖的 C-6 上。从 δ 159.3 (C-4') 可判断判华佗豆丙碱的 4'-OH 与 (6-*O*-反式香豆酰基)-葡萄糖成苷, 而且苷键为 β -构型。

通过 HMBC 和 HSQC 谱可知 H-1 (δ 3.51) 和 C-8 (δ 157.5) 相关, H-3 (δ 4.74) 与 H-1 (δ 3.51)、H-4 (δ 8.47)、C-8 (δ 157.5) 相关, H-4 (δ 3.51) 与 C-6 (δ 158.0)、C-10 (δ 128.6) 相关, H-7 (δ 3.51) 与 H-9 (δ 2.38)、C-5 (δ 140.7)、C-8 (δ 157.5) 相关, H-3' (δ 7.16) 与 C-1' (δ 128.6) 相关, H-6' (δ 7.20) 与 C-5 (δ 140.7)、C-4' (δ 159.3) 相关, H-1'' (δ 4.98) 与 C-4' (δ 159.3) 相关, H-6'' (δ 4.44, 4.50) 和 H-7''' (δ 7.52) 与 C-9''' (δ 168.8) 相关, H-8'' (δ 6.33) 与 C-1''' (δ 126.9) 相关, H-2''' (δ 7.37) 与 C-4''' (δ 161.5) 相关, H-5''' (δ 6.63) 与 C-1''' (δ 126.9) 相关。

综合分析以上数据 (表 1), 化合物 **8** 鉴定为华佗豆丙碱-4'-*O*- β -D-(6-*O*-反式香豆酰基)-葡萄糖苷, 为新化合物, 命名为白鹤藤碱。结构及主要 HMBC 相关分析见图 1。

化合物 **1**: 白色颗粒。EI-MS m/z : 208 $[M]^+$ 。 1H -NMR (600 MHz, Acetone- d_6) δ : 4.18 (2H, q, $J = 7.1$ Hz, $-OCH_2$), 1.27 (3H, t, $J = 7.1$ Hz, $-CH_3$); 7.16 (1H, d, $J = 2.0$ Hz, H-2), 6.87 (1H, d, $J = 8.1$ Hz, H-5), 7.04 (1H, dd, $J = 8.1, 2.0$ Hz, H-6), 7.52 (1H, d, $J = 16.0$ Hz, H-7), 6.23 (1H, d, $J = 16.0$ Hz, H-8); ^{13}C -NMR (150 MHz, Acetone- d_6) δ : 127.7 (C-1), 115.2 (C-2), 145.6 (C-3), 148.8 (C-4), 116.4 (C-5), 122.6 (C-6), 146.4 (C-7), 115.8 (C-8), 167.5 (C-9), 60.6 (OCH_2), 14.7 (CH_3)。以上波谱数据与文献报道基本一致^[4], 故鉴定化合物 **1** 为咖啡酸乙酯。

化合物 **2**: 黄白色粉末。EI-MS m/z : 301 $[M]^+$

表 1 化合物 8 的 ^1H -NMR 和 ^{13}C -NMR 数据Table 1 ^1H -NMR (600 MHz, CD_3OD) and ^{13}C -NMR (150 MHz, CD_3OD) data of compound 8

碳位	δ_{C}	δ_{H}	碳位	δ_{C}	δ_{H}
C-1	32.7 (t)	3.51 (2H, overlapped)	C-1''	101.4 (d)	4.98 (1H, d, $J = 7.4$ Hz)
C-2	22.6 (t)	2.54 (2H, m)	C-2''	74.8 (d)	3.52 (1H, overlapped)
C-3	59.6 (t)	4.74 (2H, t, $J = 7.6$ Hz)	C-3''	78.1 (d)	3.51 (1H, overlapped)
C-4	140.5 (d)	8.47 (1H, s)	C-4''	72.3 (d)	3.39 (1H, dd, $J = 9.3, 9.3$ Hz)
C-5	140.7 (s)	—	C-5''	75.5 (d)	3.78 (1H, ddd, $J = 9.3, 8.2, 2.6$ Hz)
C-6	158.0 (s)	—	C-6''	64.6 (t)	4.44 (1H, dd, $J = 11.8, 2.6$ Hz)
					4.50 (1H, dd, $J = 11.8, 8.2$ Hz)
C-7	126.5 (d)	7.82 (1H, s)	C-1'''	126.9 (s)	—
C-8	157.5 (s)	—	C-2''', 6'''	131.3 (d)	7.37 (2H, d, $J = 8.6$ Hz)
C-9	21.4 (q)	2.38 (3H, s)	C-3''', 5'''	116.7 (d)	6.63 (2H, d, $J = 8.6$ Hz)
C-1'	128.6 (s)	—	C-4'''	161.5 (s)	—
C-2', 6'	131.7 (d)	7.20 (2H, d, $J = 8.8$ Hz)	C-7'''	146.6 (d)	7.52 (1H, d, $J = 16.0$ Hz)
C-3', 5'	118.1 (d)	7.16 (2H, d, $J = 8.8$ Hz)	C-8'''	115.2 (d)	6.33 (1H, d, $J = 16.0$ Hz)
C-4'	159.3 (s)	—	C-9'''	168.8 (s)	—

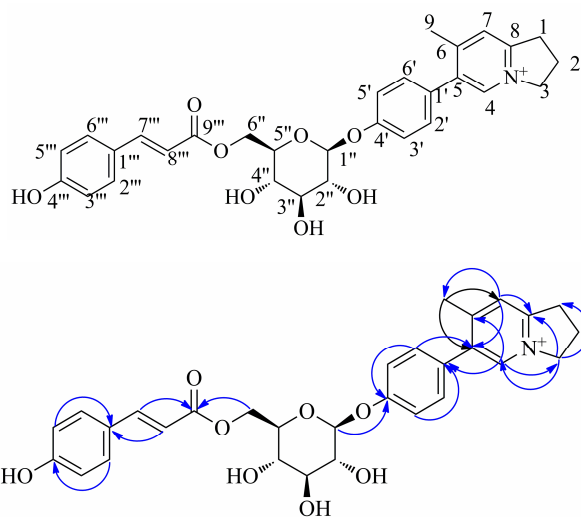


图 1 化合物 8 的结构和主要 HMBC (↷) 相关

Fig. 1 Chemical structure and key HMBC (↷) correlations of compound 8

H^+ , 300 $[\text{M}]^+$. ^1H -NMR (600 MHz, $\text{DMSO}-d_6$) δ : 13.02 (1H, s, 5-OH), 7.92 (2H, d, $J = 8.6$ Hz, H-2', 6'), 6.93 (2H, d, $J = 8.6$ Hz, H-3', 5'), 6.74 (1H, s, H-3), 6.58 (1H, s, H-8), 3.75 (3H, s, $-\text{OCH}_3$); ^{13}C -NMR (150 MHz, $\text{DMSO}-d_6$) δ : 59.6 ($-\text{OCH}_3$), 163.9 (C-2), 102.7 (C-3), 181.7 (C-4), 152.5 (C-5), 131.6 (C-6), 158.3 (C-7), 94.2 (C-8), 152.5 (C-9), 103.1 (C-10), 121.0 (C-1'), 128.7 (C-2', 6'), 115.8 (C-3', 5'), 161.3 (C-4'). 以上波谱数据与文献报道基本一致^[5], 故鉴定化合

物 2 为粗毛豚草素。

化合物 3: 黄色颗粒, mp 310~312 $^{\circ}\text{C}$, 盐酸-镁粉反应阳性。与槲皮素对照品共薄层, 在 3 种不同的溶剂系统中检识, 二者 Rf 值相同; 且混合熔点不下降。故化合物 3 鉴定为槲皮素。

化合物 4: 白色粉末。EI-MS m/z : 354 $[\text{M}]^+$, 192 $[\text{M}-\text{Glc}]^+$; ^1H -NMR (500 MHz, $\text{C}_5\text{D}_5\text{N}$) δ : 7.62 (1H, d, $J = 9.4$ Hz, H-4), 7.48 (1H, s, H-5), 7.00 (1H, s, H-8), 6.31 (1H, d, $J = 9.4$ Hz, H-3), 5.79 (1H, d, $J = 7.1$ Hz, H-1'), 4.53 (1H, dd, $J = 12.0, 2.1$ Hz, H-6'a), 4.37 (4H, m, H-3'~5', 6'b), 4.17 (1H, m, H-2'), 3.70 (3H, s, $-\text{OCH}_3$); ^{13}C -NMR (125 MHz, $\text{C}_5\text{D}_5\text{N}$) δ : 161.4 (C-2), 114.0 (C-3), 143.9 (C-4), 109.7 (C-5), 147.0 (C-6), 151.2 (C-7), 104.3 (C-8), 150.1 (C-9), 112.9 (C-10), 101.9 (C-1'), 74.6 (C-2'), 78.5 (C-3'), 71.1 (C-4'), 79.1 (C-5'), 62.3 (C-6'), 56.4 ($-\text{OCH}_3$)。以上波谱数据与文献报道基本一致^[4], 故鉴定化合物 4 为东莨菪苷。

化合物 5: 淡黄色颗粒。EI-MS m/z : 283 $[\text{M}]^+$. ^1H -NMR (600 MHz, CD_3OD) δ : 7.44 (1H, d, $J = 15.7$ Hz, H-7'), 7.35 (2H, d, $J = 8.5$ Hz, H-2, 6), 7.03 (2H, d, $J = 8.3$ Hz, H-2', 6'), 6.78 (2H, d, $J = 8.5$ Hz, H-3, 5), 6.73 (2H, d, $J = 8.3$ Hz, H-3', 5'), 6.29 (1H, d, $J = 15.7$ Hz, H-8'), 3.47 (2H, t, $J = 7.3$ Hz, H-8), 2.74 (2H, t, $J = 7.3$ Hz, H-7); ^{13}C -NMR (150 MHz, CD_3OD) δ :

122.4 (C-1), 130.1 (C-2, 6), 115.9 (C-3, 5), 155.9 (C-4), 35.3 (C-7), 41.9 (C-8), 127.1 (C-1'), 130.3 (C-2', 6'), 116.3 (C-3', 5'), 141.4 (C-7'), 118.0 (C-8'), 168.5 (C-9')。以上波谱数据与文献报道基本一致^[4], 故鉴定化合物 **5** 为 *N*-反式-*p*-香豆酰基酪胺。

化合物 **6**: 白色粉末, mp 166~168 °C。与甘露醇对照品共薄层, 在3种不同的溶剂系统中两者的 *R_f* 值相同; 二者混合熔点不下降。故鉴定化合物 **6** 为甘露醇。

化合物 **7**: 微黄色粉末。EI-MS *m/z*: 611 [*M*+*H*]⁺, 302 (苷元 [*M*]⁺)。¹H-NMR (600 MHz, CD₃OD) δ: 6.97 (1H, d, *J* = 1.6 Hz, H-2'), 6.94 (2H, m, H-5', 6'), 6.20 (1H, d, *J* = 2.2 Hz, H-8), 6.19 (1H, d, *J* = 2.2 Hz, H-6), 5.41 (1H, dd, *J* = 3.1, 12.4 Hz, H-2), 3.13 (1H, dd, *J* = 12.4, 17.2 Hz, H-3b), 2.80 (1H, dd, *J* = 3.1, 17.2 Hz, H-3a); 3.88 (3H, s, 4'-OCH₃); 4.94 (1H, d, *J* = 7.3 Hz, H-1''), 4.63 (1H, brs, H-1'''), 1.18 (3H, m, 6'''-CH₃); ¹³C-NMR (150 MHz, CD₃OD) δ: 78.0 (C-2), 44.2 (C-3), 198.5 (C-4), 164.5 (C-5), 97.2 (C-6), 167.0 (C-7), 97.2 (C-8), 164.5 (C-9), 105.1 (C-10), 133.2 (C-1'), 114.8 (C-2'), 149.6 (C-3'), 147.9 (C-4'), 112.7 (C-5'), 119.3 (C-6'), 56.5 (4'-OCH₃), 101.3 (C-1''), 72.5 (C-2''), 77.3 (C-3''), 69.9 (C-4''), 74.8 (C-5''), 67.5 (C-6''), 102.3 (C-1'''), 71.4 (C-2'''), 72.2 (C-3'''), 72.2 (C-4'''), 69.9 (C-5'''), 18.1 (C-6''')。以上波谱数据与文献报道基本一致^[6], 故鉴定化合物 **7** 为橙皮苷。

化合物 **9**: 黄色粉末。EI-MS *m/z*: 298 [*M*-Glc]⁺。 ¹H-NMR (600 MHz, DMSO-*d*₆) δ: 12.98 (1H, s, 5-OH), 10.03 (1H, s, 4'-OH), 9.43 (1H, brs, 3'-OH), 7.43 (2H, m, H-2', 6'), 6.98 (1H, s, H-8), 6.94 (1H, d, *J* = 8.7 Hz, H-5'), 6.75 (1H, s, H-3), 3.87 (3H, s, -OCH₃), 5.13 (1H, d, *J* = 6.8 Hz, H-1''), 3.17~3.76 (6H, m, H-2''~6''); ¹³C-NMR (150 MHz, DMSO-*d*₆) δ: 60.3 (-OCH₃), 164.5 (C-2), 102.8 (C-3), 182.2 (C-4), 152.5 (C-5), 132.5 (C-6), 156.5 (C-7), 94.2 (C-8), 152.5 (C-9), 105.7 (C-10), 121.5 (C-1'), 113.6

(C-2'), 145.8 (C-3'), 149.9 (C-4'), 116.0 (C-5'), 119.2 (C-6'), 100.1 (C-1''), 73.2 (C-2''), 76.7 (C-3''), 69.5 (C-4''), 77.3 (C-5''), 60.6 (C-6'')。以上波谱数据与文献报道基本一致^[7], 故鉴定化合物 **9** 为假荆芥属苷。

化合物 **10**: 淡黄色粉末。EI-MS *m/z*: 462 [*M*]⁺, 282 [*M*-Glu]⁺。 ¹H-NMR (600 MHz, DMSO-*d*₆) δ: 12.96 (1H, s, 5-OH), 10.43 (1H, s, 4'-OH), 3.76 (3H, s, -OCH₃), 7.01 (1H, s, H-8), 6.87 (1H, s, H-3), 6.93 (2H, d, *J* = 8.8 Hz, H-3', 5'), 7.96 (2H, d, *J* = 8.8 Hz, H-2', 6'), 5.11 (1H, d, *J* = 5.6 Hz, H-1''), 3.21~3.76 (6H, m, H-2''~6''); ¹³C-NMR (150 MHz, DMSO-*d*₆) δ: 60.3 (-OCH₃), 164.3 (C-2), 102.7 (C-3), 182.4 (C-4), 152.5 (C-5), 132.5 (C-6), 152.2 (C-7), 94.3 (C-8), 156.5 (C-9), 105.7 (C-10), 121.1 (C-1'), 128.6 (C-2', 6'), 116.0 (C-3', 5'), 161.4 (C-4'), 100.2 (C-1''), 73.2 (C-2''), 76.7 (C-3''), 69.6 (C-4''), 77.3 (C-5''), 60.6 (C-6'')。以上波谱数据与文献报道基本一致^[8], 故鉴定化合物 **10** 为高车前苷。

参考文献

- [1] 广西壮药标准编写组. 广西壮族自治区壮药质量标准 [M]. 南宁: 广西卫生出版社, 2008.
- [2] Khalid I, Dan D D, Mounkaila G, *et al.* Nouveaux alcaloides indoliziniques isolés de *Ipomea alba* [J]. *J Nat Prod*, 1987, 50(2): 152-156.
- [3] 罗建光, 孔令义. 巴西甘薯叶黄酮类成分的研究 [J]. 中国中药杂志, 2005, 30(7): 516-518.
- [4] 卢汝梅, 廖广凤, 韦建华, 等. 壮药一匹绸根茎的化学成分 [J]. 天然产物研究与开发, 2015, 27(12): 2060-2063.
- [5] 卢汝梅, 杨长水, 韦建华. 荔枝草化学成分的研究 [J]. 中草药, 2011, 42(5): 859-862.
- [6] 蒋晓文, 白俊鹏, 田 星, 等. 牛蒡根中黄酮苷类化学成分及其抗氧化活性构效关系的研究 [J]. 中草药, 2016, 47(5): 726-731.
- [7] 向 兰, 陈沪宁, 徐成明, 等. 荔枝草中黄酮类成分的研究 [J]. 中国药学杂志, 2008, 43(11): 813-815.
- [8] 吴斐华, 梁敬钰, 陈 荣, 等. 毛平车前的化学成分和保肝活性 [J]. 中国天然药物, 2006, 4(6): 435-439.