

滇黄芩地上部分化学成分的分离鉴定

付胜男, 虎春艳, 刘海鸥, 林玉萍*

(云南中医学院 中药学院, 昆明 650500)

[摘要] **目的:**研究滇黄芩(*Scutellaria amoena*)地上部分的化学成分。**方法:**采用90%乙醇加热回流提取滇黄芩地上部分,所得浸膏用水悬浮后用乙酸乙酯和正丁醇萃取分为不同极性部位。继而通过硅胶柱色谱, LH-20 羟丙基葡聚糖凝胶(Sephadex LH-20)柱色谱及重结晶等方法分离纯化,根据化合物的理化性质和波谱数据(MS, ¹H-NMR, ¹³C-NMR)鉴定化学结构。**结果:**从滇黄芩地上部分的90%乙醇提取物中分离得到11个化合物,分别鉴定为黄芩素(1),黄芩苷(2),千层纸素A(3),千层纸素A-7-O-β-D-吡喃葡萄糖醛酸苷(4),汉黄芩素(5),去甲汉黄芩素(6),白杨素(7),白杨素-7-O-β-D-吡喃葡萄糖醛酸苷(8),野黄芩苷(9),5,7-二羟基-6,8-二甲氧基黄酮(10),β-谷甾醇(11)。**结论:**以上化合物均为首次从该种植物的地上部分中分离得到,化合物9,10为首次从该种植物中分离得到。

[关键词] 滇黄芩; 地上部分; 化学成分; 清热燥湿

[中图分类号] R284.2;R282.6;R2-031 **[文献标识码]** A **[文章编号]** 1005-9903(2018)10-0055-05

[doi] 10.13422/j.cnki.syfjx.20181014

[网络出版地址] <http://kns.cnki.net/kcms/detail/11.3495.R.20180309.1321.055.html>

[网络出版时间] 2018-03-09 14:41

Isolation and Identification of Chemical Constituents from Aerial Parts of *Scutellaria amoena*

FU Sheng-nan, HU Chun-yan, LIU Hai-ou, LIN Yu-ping*

(College of Traditional Chinese Medicine (TCM), Yunnan University of TCM, Kunming 650500, China)

[Abstract] **Objective:** To study the chemical constituents from the aerial parts of *Scutellaria amoena*. **Method:** The aerial parts of *S. amoena* were extracted by using 90% ethanol heat refluxing method, then suspended in H₂O and partitioned with ethyl acetate and *n*-butanol to obtain respective fractions. The components were isolated and purified by silica gel chromatography, polyamide chromatography, Sephadex LH-20 column, recrystallization and other methods. Their chemical structures were identified on the basis of physicochemical properties and spectral analysis (¹H-NMR, ¹³C-NMR and MS). **Result:** Eleven compounds were isolated from 90% ethanol extracts and identified as baicalein (1), baicalin (2), oroxylin A (3), oroxylin A-7-O-β-D-glucuronopyranside (4), wogonin (5), norwogonin (6), chrysin (7), chrysin-7-O-β-D-glucuronopyranoside (8), scutellarin (9), 5, 7-dihydroxy-6, 8-dimethoxyflavone (10), and β-sitosterol (11). **Conclusion:** All compounds were isolated from the aerial parts of *S. amoena* for the first time. Compounds 9 and 10 were isolated from this plant for the first time.

[Key words] *Scutellaria amoena*; aerial parts; chemical constituents; clearing heat and expelling dampness

[收稿日期] 20170615(016)

[基金项目] 云南省科学技术厅云南中医学院应用基础研究联合专项 [2017FF117(-022),2015FB205(-025)]

[第一作者] 付胜男,在读硕士,从事中药资源利用与开发研究,Tel:0871-65819217,E-mail:2802643881@qq.com

[通信作者] *林玉萍,硕士,副教授,从事中药、天然药物活性成分研究,Tel:0871-65918217,E-mail:11217005@qq.com

滇黄芩为唇形科黄芩属植物,又名西南黄芩,分布在云南、四川、贵州等地,是纳西族和彝族常用品种^[1]。《滇南本草》记载滇黄芩味苦,性寒,有清热燥湿、泻火解毒、止血、安胎等功效^[2]。滇黄芩是我国西南地区黄芩商品的主要来源,资源丰富、质量好,是最有利用价值的地方品种之一^[3]。为充分利用滇黄芩的药用资源,云南中医学院的不同课题组近年来一直致力于滇黄芩提取物的相关研究,先后开展了滇黄芩中总黄酮的提取工艺研究^[4]、滇黄芩提取物的药理活性,如抗氧化、保护心血管系统、抗肿瘤等。研究表明,滇黄芩根部总黄酮提取物对超氧自由基和羟自由基有较强的清除作用^[5];滇黄芩根部总黄酮提取物可升高哇巴因的域剂量,延迟氯化钡诱发的心动过速和心室纤颤时间,对心血管系统产生保护作用^[6];滇黄芩根部中主要成分黄芩苷具有良好的清除 1,1-二苯基-2-三硝基苯肼(DPPH·)的抗氧化活性^[7],并能对抗多种模型的肝损伤(包括刀豆素 A,铁超负荷,对乙酰氨基酚,四氯化碳等因素),对肝脏具有较好的保护作用^[8];滇黄芩根部中主要成分黄芩素能通过氨基丁酸能的非苯二氮位点产生镇静作用^[9]、能通过升高胞外调节蛋白激酶(ERKs)磷酸化和脑源性神经生长因子表达水平产生抗抑郁作用^[10]。滇黄芩地上部分在民间作为具有降血脂功效的黄芩茶使用^[11],而化学成分和药理活性相结合研究未见报道。

为进一步阐明滇黄芩地上部分的药效物质基础,本文对滇黄芩地上部分 90% 乙醇提取物的化学成分进行深入研究,共分离得到 11 个单体化合物,通过理化性质和波谱数据分别鉴定为黄芩素(1),黄芩苷(2),千层纸素 A(3),千层纸素 A-7-O-β-D-吡喃葡萄糖醛酸苷(4),汉黄芩素(5),去甲汉黄芩素(6),白杨素(7),白杨素-7-O-β-D-吡喃葡萄糖醛酸苷(8),野黄芩苷(9),5,7-二羟基-6,8-二甲氧基黄酮(10),β-谷甾醇(11)。以上化合物均为首次从该种植物的地上部分中分离得到,化合物 9,10 为首次从该种植物中分离得到。

1 材料

241 型显微熔点仪测定(日本 Yanaco,温度未校正),Autospec-3000 型质谱仪(美国 Beckman 公司),AM-400 型核磁共振波谱仪(德国 Bruker 公司,TMS 为内标)。柱色谱所用硅胶(100~200,200~300 目),薄层色谱硅胶 G(青岛海洋化工厂),GF₂₅₄(烟台大学生物科学与工程研究所);LH-20 羟丙基葡聚糖凝胶(Sephadex LH-20,美国 Pharmacia 公司)。所

用试剂为工业纯(云南滇滇药业)或分析纯(中国天津市化学试剂一厂);核磁氘代试剂(美国 CIL 公司)。

滇黄芩药材于 2015 年采自云南省新平县,经云南中医学院普春霞副教授鉴定为唇形科植物滇黄芩 *Scutellaria amoena* 的地上部分。

2 提取与分离

取滇黄芩地上部分粗粉(5.5 kg),用 90% 乙醇加热回流提取 3 次,每次 3 h,合并提取液浓缩得浸膏(422.5 g),加入适量水混悬至悬浮液,依次用石油醚、乙酸乙酯、正丁醇萃取,回收溶剂,得石油醚萃取物、乙酸乙酯萃取物、正丁醇萃取物。

取乙酸乙酯萃取物(50 g)经硅胶柱色谱(100~200 目),以环己烷-环己烷-乙酸乙酯(100:1~5:1),三氯甲烷-甲醇(100:1~1:1)为洗脱剂,进行梯度洗脱,经 TLC 检查合并,分为 10 个流分 A-1~A-10。其中 A-2 流分经硅胶柱色谱(200~300 目),环己烷-乙酸乙酯(30:1~10:1)梯度洗脱,得 6 个流分,流分 2 经硅胶柱色谱(200~300 目),环己烷-乙酸乙酯(30:1)洗脱,分离得化合物 5(15.5 mg);流分 5 经 Sephadex LH-20 柱色谱纯化,分离得化合物 3(35 mg)。其中 A-4 流分经硅胶柱色谱(200~300 目),三氯甲烷-甲醇(30:1~10:1)梯度洗脱,得 8 个流分,流分 3 经硅胶柱色谱(200~300 目),环己烷-乙酸乙酯(20:1)洗脱,再经 Sephadex LH-20 柱色谱纯化,分离得化合物 1(20.5 mg);流分 6 经 Sephadex LH-20 柱色谱纯化后,再经硅胶柱色谱(200~300 目),环己烷-乙酸乙酯(20:1)洗脱纯化和重结晶,分离得化合物 6(14.2 mg)。其中 A-7 流分经硅胶柱色谱(200~300 目),三氯甲烷-甲醇(30:1~10:1)梯度洗脱,得 5 个流分,流分 2 经硅胶柱色谱(200~300 目),环己烷-乙酸乙酯(10:1)洗脱,再经 Sephadex LH-20 柱色谱纯化,分离得化合物 8(35.1 mg)。其中 A-9 流分经硅胶柱色谱(200~300 目),三氯甲烷-甲醇(10:1~5:1)梯度洗脱,得 3 个流分,流分 2 经硅胶柱色谱(200~300 目),三氯甲烷-甲醇(10:1)洗脱,再经 Sephadex LH-20 柱色谱纯化和重结晶,分离得到化合物 9(质量 14.5 mg)。

正丁醇萃取物(100 g)经硅胶柱色谱(100~200 目),以三氯甲烷-甲醇(100:0~1:1)为洗脱剂,进行梯度洗脱,经 TLC 检查合并,划分为 5 个流分 B-1~B-5。其中 B-1 流分经硅胶柱色谱(200~300 目),三氯甲烷-甲醇(100:1~50:1)梯度洗脱,得

3 个流分,流分 1 经 Sephadex LH-20 柱色谱和硅胶柱色谱(200 ~ 300 目),三氯甲烷-甲醇(60:1)纯洗脱化,分离得化合物 **7**(13.5 mg)。其中 B-2 流分经硅胶柱色谱(200 ~ 300 目),三氯甲烷-甲醇(50:1 ~ 1:1)梯度洗脱,得 4 个流分,流分 2 经 Sephadex LH-20 柱色谱和硅胶柱色谱(200 ~ 300 目),三氯甲烷-甲醇(50:1)洗脱纯化,分离得化合物 **10**(25.5 mg);流分 4 经硅胶柱色谱(200 ~ 300 目),三氯甲烷-甲醇(30:1)洗脱纯化和重结晶,分离得化合物 **11**(28.3 mg)。其中 B-3 流分经硅胶柱色谱(200 ~ 300 目),三氯甲烷-甲醇(30:1 ~ 10:1)梯度洗脱,得 5 个流分,流分 2 经硅胶柱色谱(200 ~ 300 目),三氯甲烷-甲醇(30:1)洗脱纯化和 Sephadex LH-20 柱色谱纯化,分离得化合物 **4**(15.2 mg)。其中 B-5 流分经硅胶柱色谱(200 ~ 300 目),三氯甲烷-甲醇(20:1 ~ 5:1)梯度洗脱,得 3 个流分,流分 3 经硅胶柱色谱(200 ~ 300 目),三氯甲烷-甲醇(20:1)洗脱纯化和重结晶,分离得化合物 **2**(144.5 mg)。见图 1。

3 结构鉴定

化合物 **1** C₁₅H₁₀O₅, 黄色结晶(丙酮), mp

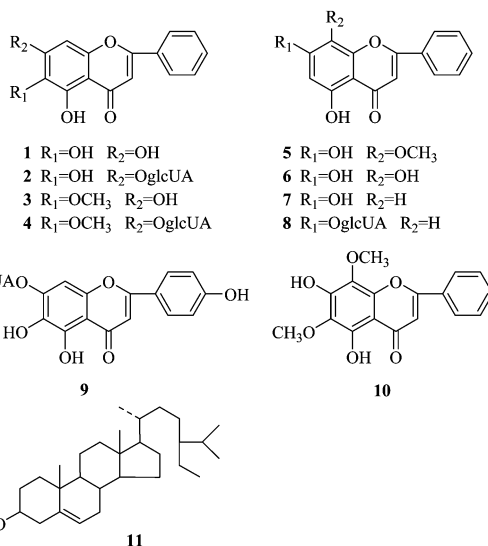


图 1 化合物 1 ~ 11 结构

Fig.1 Structure of compounds 1-11

272 ~ 274 °C; HCl-Mg 反应呈阳性。EI-MS *m/z* 270 [M]⁺, 168, 140, 102。¹H-NMR(400 MHz, C₅D₅N) 数据见表 1。¹³C-NMR(100 MHz, C₅D₅N) 数据见表 2。以上数据与文献[12]报道的黄芩素波谱数据基本一致,故鉴定化合物 **1** 为黄芩素(baiclein)。

表 1 化合物 1 ~ 5 的¹H-NMR 数据

Table 1 ¹H-NMR of compounds 1-5

位置	1	2	3	4	5
3	7.03(1H, s)	7.03(1H, s)	7.01(1H, s)	6.96(1H, s)	6.66(1H, s)
8	6.96(1H, s)	6.85(1H, s)	6.81(1H, s)	6.14(1H, d, J=5.2 Hz)	6.62(1H, s)
2', 6'	7.92(2H, m)	8.07(2H, m)	8.09(2H, m)	7.81(2H, d, J=7.6 Hz)	7.89(2H, m)
3' ~ 5'	7.44(3H, m)	7.56(3H, m)	7.52(3H, m)	7.49(3H, m)	7.53(3H, m)
1''		5.23(1H, d, J=7.2 Hz)		4.93(1H, d, J=9.6 Hz)	
2'' ~ 6''		3.18 ~ 4.05(6H, m)		4.53 ~ 4.73(6H, m)	
6-OCH ₃			3.96(3H, s)	4.06(3H, s)	
8-OCH ₃					4.05(3H, s)

化合物 **2** C₂₁H₁₈O₁₁, 黄色粉末(甲醇), mp 222 ~ 224 °C; HCl-Mg 反应呈阳性, Molish 反应呈阳性。¹H-NMR(400 MHz, C₅D₅N) 数据见表 1。¹³C-NMR(100 MHz, C₅D₅N) 数据见表 2。以上数据与文献[13]报道的黄芩苷波谱数据基本一致,故鉴定化合物 **2** 为黄芩苷(baicalin)。

化合物 **3** C₁₆H₁₂O₅, 黄色粉末(三氯甲烷), mp 202 ~ 204 °C; HCl-Mg 反应呈阳性。EI-MS *m/z* 284 [M]⁺, 167, 139, 103。¹H-NMR(400 MHz, C₅D₅N) 数据见表 1。¹³C-NMR(100 MHz, C₅D₅N) 数据见表 2。以

上数据与文献[14]报道的千层纸素 A 波谱数据基本一致,故鉴定化合物 **3** 为千层纸素 A(oroxylin A)。

化合物 **4** C₂₂H₂₀O₁₁, 白色针状结晶(甲醇), mp 233 ~ 235 °C; HCl-Mg 反应呈阳性, Molish 反应呈阳性。¹H-NMR(400 MHz, C₅D₅N) 数据见表 1。¹³C-NMR(100 MHz, C₅D₅N) 数据见表 2。以上数据与文献[15]报道的千层纸素 A-7-O-β-D-吡喃葡萄糖醛酸苷波谱数据基本一致,故鉴定化合物 **4** 为千层纸素 A-7-O-β-D-吡喃葡萄糖醛酸苷(oroxylin A-7-O-β-D-glucuronopyranoside)。

表 2 化合物 1~10 的 $^{13}\text{C-NMR}$ 数据

Table 2 $^{13}\text{C-NMR}$ of compounds 1-10

位置	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
2	163.4	163.8	164.1	164.2	163.5	162.1	163.7	164.1	163.9	163.5
3	105.3	106.5	105.2	105.6	105.9	106.2	105	106.1	104.1	104.2
4	182.9	182.9	183	183.1	182.7	183.6	182.6	182.8	182.5	183.2
5	148.1	152.2	153.2	153	157.9	153.9	163	162.5	146.5	153.1
6	131.3	131	130.4	133.9	100.4	99	100.1	100.7	129.7	132.4
7	155.7	155.6	155.1	153.9	158.9	154	166.1	163.9	150.4	146.5
8	95	93.7	93.4	94.9	128.8	125.4	94.8	95.3	94.3	129
9	151	151.4	152.1	157.4	150.4	158.9	158.4	157.8	155.8	153
10	105.4	105.4	105.9	107.2	104.8	105.3	105	106.8	105.8	104.2
1'	132	131.2	131.3	131.4	131.8	118.8	131.8	131.4	128.4	131.9
2'	126.5	126.4	126.3	126.6	126.6	158.2	126.6	126.6	127.8	126.6
3'	131.6	129.2	129.1	129.2	129.4	117.5	129.2	129.2	120.3	129.4
4'	129.2	131.9	131.9	131.9	131.9	132.8	131.6	132	127.8	131.9
5'	126.5	129.2	129.1	129.2	129.4	119.6	129.2	129.2	128.4	129.4
6'	126.5	126.4	126.3	126.6	126.6	129.1	126.6	126.6	162.3	126.6
1''		101.4		101.9				101.5	101	
2''		73.4		74.4				74.5	73.5	
3''		76.7		77.7				77.7	76.8	
4''		72.3		72.9				73	72	
5''		76.8		77.8				77.8	75.8	
6''		171		172				172.2	171.2	
6-OCH ₃			60.9	60.7						61.3
8-OCH ₃					61.2					60.3

化合物 5 $\text{C}_{16}\text{H}_{12}\text{O}_4$, 黄色针状结晶 (三氯甲烷), mp 190 ~ 194 °C; HCl-Mg 反应阳性。EI-MS m/z 284 $[\text{M}]^+$, 269, 167, 139, 103。 $^1\text{H-NMR}$ (400 MHz, $\text{C}_5\text{D}_5\text{N}$) 数据见表 1。 $^{13}\text{C-NMR}$ (100 MHz, $\text{C}_5\text{D}_5\text{N}$) 数据见表 2。以上数据与文献 [12] 报道的汉黄芩素波谱数据基本一致, 故鉴定化合物 5 为汉黄芩素 (wogonin)。

化合物 6 $\text{C}_{15}\text{H}_{10}\text{O}_5$, 黄色粉末 (三氯甲烷), mp 263 ~ 265 °C; HCl-Mg 反应阳性。EI-MS m/z 270 $[\text{M}]^+$, 168, 140, 102。 $^1\text{H-NMR}$ (400 MHz, $\text{C}_5\text{D}_5\text{N}$) 数据见表 3。 $^{13}\text{C-NMR}$ (100 MHz, $\text{C}_5\text{D}_5\text{N}$) 数据见表 2。以上数据与文献 [13] 报道的去甲汉黄芩素波谱数据基本一致, 故鉴定化合物 6 为去甲汉黄芩素 (norwogonin)。

化合物 7 $\text{C}_{15}\text{H}_{10}\text{O}_4$, 黄色粉末 (甲醇), mp 274 ~ 277 °C; HCl-Mg 反应阳性。EI-MS m/z 254 $[\text{M}]^+$, 226, 152。 $^1\text{H-NMR}$ (400 MHz, $\text{C}_5\text{D}_5\text{N}$) 数据见表 2。 $^{13}\text{C-NMR}$ (100 MHz, $\text{C}_5\text{D}_5\text{N}$) 数据见表 3。以上数据与文献 [15] 报道的白杨素波谱数据基本一致, 故鉴定化合物 7 为白杨素 (chrysin)。

化合物 8 $\text{C}_{16}\text{H}_{12}\text{O}_4$, 白色雪花状结晶 (甲醇), mp 231 ~ 233 °C; HCl-Mg 反应阳性, Molish 反应阳性。 $^1\text{H-NMR}$ (400 MHz, $\text{C}_5\text{D}_5\text{N}$) 数据见表 2。 $^{13}\text{C-NMR}$ (100 MHz, $\text{C}_5\text{D}_5\text{N}$) 数据见表 3。以上数据与文献 [12] 报道的白杨素-7- O - β - D -吡喃葡萄糖醛酸苷波谱数据基本一致, 故鉴定化合物 8 为白杨素-7- O - β - D -吡喃葡萄糖醛酸苷 (chrysin-7- O - β - D -glucuronopyranoside)。

化合物 9 $\text{C}_{21}\text{H}_{18}\text{O}_{12}$, 黄色粉末 (甲醇), mp \geq 230 °C 分解; HCl-Mg 反应呈阳性, Molish 反应呈阳性。 $^1\text{H-NMR}$ (400 MHz, $\text{C}_5\text{D}_5\text{N}$) 数据见表 2。 $^{13}\text{C-NMR}$ (100 MHz, $\text{C}_5\text{D}_5\text{N}$) 数据见表 3。以上数据与文献 [12] 报道的野黄芩苷波谱数据基本一致, 故鉴定化合物 9 为野黄芩苷 (scutellarin)。

化合物 10 $\text{C}_{17}\text{H}_{14}\text{O}_6$, 黄色粉末 (三氯甲烷), mp 227 ~ 230 °C; HCl-Mg 反应呈阳性。 $^1\text{H-NMR}$ (400 MHz, $\text{C}_5\text{D}_5\text{N}$) 数据见表 2。 $^{13}\text{C-NMR}$ (100 MHz, $\text{C}_5\text{D}_5\text{N}$) 数据见表 3。以上数据与文献 [16] 报道的 5,7-二羟基-6,8-二甲氧基黄酮波谱数据基本一致, 故鉴定化合物 10 为 5,7-二羟基-6,8-二甲氧基黄酮 (5,7-dihydroxy-6,8-dimethoxyflavone)。

表3 化合物6~10的¹H-NMR数据

Table 3 ¹H-NMR of compounds 6-10

位置	6	7	8	9	10
3	7.03(1H, s)	6.97(1H, s)	6.96(1H, s)	6.96(1H, s)	7.02(1H, s)
6	6.96(1H, s)	6.75(1H, s)	6.07(1H, s)	6.90(1H, s)	
8		6.81(1H, s)	6.90(1H, s)	6.72(1H, s)	
2', 6'	7.92(2H, m)	7.92(2H, d, J = 7.4 Hz)	7.83(2H, m)	7.85(2H, m)	8.10(2H, m)
3' ~ 5'	7.44(3H, m)	7.46(3H, m)	7.46(3H, m)	7.46(3H, m)	7.52(3H, m)
1''			5.00(1H, d, J = 7.2 Hz)	4.82(1H, d, J = 7.2 Hz)	
2'' ~ 6''			4.46 ~ 4.75(6H, m)	4.36 ~ 4.70(6H, m)	
6-OCH ₃					4.02(3H, s)
8-OCH ₃					4.00(3H, s)

化合物11 无色针状晶体(丙酮),乙酸酐-浓硫酸反应呈阳性, mp 135 ~ 137 °C; ¹H-NMR (400 MHz, CDCl₃): 5.33 (1H, d, J = 5.2 Hz), 3.51 (1H, m), 1.13 (3H, d, J = 7.2 Hz), 0.93 (3H, d, J = 6.5 Hz), 0.84 (3H, d, J = 7.5 Hz), 0.82 (3H, t, J = 2.5, 9.5 Hz), 0.81 (3H, s), 0.68 (3H, s); ¹³C-NMR (100 MHz, CDCl₃) δ: 37.3 (C-1), 31.7 (C-2), 71.9 (C-3), 45.8 (C-4), 140.8 (C-5), 121.6 (C-6), 33.8 (C-7), 31.7 (C-8), 50.0 (C-9), 36.6 (C-10), 21.0 (C-11), 39.6 (C-12), 42.2 (C-13), 56.6 (C-14), 24.3 (C-15), 28.3 (C-16), 56.1 (C-17), 11.7 (C-18), 19.5 (C-19), 36.2 (C-20), 18.6 (C-21), 31.9 (C-22), 23.1 (C-23), 30.1 (C-24), 29.2 (C-25), 19.8 (C-26), 18.8 (C-27), 26.1 (C-28), 11.8 (C-29)。以上数据与文献[17]报道β-谷甾醇波谱数据一致,故鉴定化合物11为β-谷甾醇(β-sitosterol)。

[参考文献]

[1] 李娅琼,游春,杨耀文,等. 民族药滇黄芩的本草考证[J]. 云南中医学院学报, 2005, 28(1): 13-15, 21.
 [2] 孔祥鹤,魏朔南. 滇黄芩的研究进展及作为黄芩药用的探讨[J]. 中国野生植物资源, 2008, 27(6): 8-11.
 [3] 宋万志. 药用黄芩的资源研究[J]. 药学学报, 1981, 16(2): 139-145.
 [4] 刘海鸥,虎春艳,普春霞,等. 滇黄芩总黄酮不同提取方法的比较分析[J]. 中国民族民间医药, 2016, 25(4): 21-23.
 [5] 刘海鸥,虎春艳,赵声兰,等. 滇黄芩总黄酮酶解超声提取工艺及抗氧化活性研究[J]. 中国酿造, 2016, 35(1): 110-114.
 [6] 何晓山,彭林,林青,等. 滇黄芩总黄酮对豚鼠心肌

细胞电压依赖性钠通道电流的影响[J]. 中国实验方剂学杂志, 2013, 19(6): 192-195.
 [7] 宋成岩,刘宇,朴锦花,等. 黄芩抗氧化化学成分的研究[J]. 时珍国医国药, 2007, 18(4): 856-857.
 [8] DU G J, HAN G, ZHANG S, et al. Baicalin suppresses lung carcinoma and lung metastasis by SOD mimic and HIF-1α inhibition[J]. Euro J Pharmacol, 2010, 630(1/3): 121-130.
 [9] Takahashi H, CHEN M C, Pham H, et al. Baicalein a component of *Scutellaria baicalensis*, induces apoptosis by Mcl-1 down-regulation in human pancreatic cancer cells [J]. Biochim Biophys Acta, 2011, 1813(8): 1465-1474.
 [10] Viduranga Y W, Sing Y S, Annie H, et al. Baicalin upregulates the genetic expression of antioxidant enzymes in Type-2 diabetic Goto-Kakizaki rat [J]. Life Sci, 2011, 88(23/24): 1016-1025.
 [11] 何春年,彭勇,肖伟,等. 黄芩茶的应用历史与研究现状[J]. 中国现代中药, 2011, 13(6): 3-7, 19.
 [12] 张海涛,宋晓玲,张娜,等. 并头黄芩的化学成分研究[J]. 中国民族医药杂志, 2011, 17(2): 44-46.
 [13] 刘英学,刘中刚,苏兰,等. 黄芩化学成分研究[J]. 中国药物化学杂志, 2009, 19(1): 59-62.
 [14] 肖丽和,王红燕,宋少江,等. 滇黄芩化学成分的分离与鉴定[J]. 沈阳药科大学学报, 2003, 20(3): 181-183, 193.
 [15] 王宏伟,尹志峰,李洪波,等. 黄芩茎叶中的化学成分研究[J]. 中国实验方剂学杂志, 2016, 22(22): 41-44.
 [16] 王金兰,赵宝颖,许红梅,等. 狭叶黄芩化学成分研究[J]. 中国中药杂志, 2011, 36(23): 3270-3275.
 [17] 李婷婷,王德智,钟惠民. 植物狮子尾的化学成分[J]. 青岛科技大学学报:自然科学版, 2007, 28(4): 294-295, 299.

[责任编辑 顾雪竹]