

# 绵萆薢三萜皂苷类成分研究

晁利平, 刘艳霞, 阮静雅, 郑兆苗, 王涛, 张祎\*

(天津市中药化学与分析重点实验室, 天津中医药大学, 天津 300193)

**摘要:** 为了解绵萆薢(*Dioscorea spongiosa*)的化学成分, 从其 70%乙醇水溶液提取物中分离鉴定了 8 个化合物, 经理化性质和波谱数据分析分别鉴定为: 20(*S*)-人参皂苷 Rh<sub>1</sub> (1)、人参皂苷 Rg<sub>1</sub> (2)、人参皂苷 Re (3)、三七皂苷 R<sub>1</sub> (4)、人参皂苷 Rd (5)、人参皂苷 Rb<sub>1</sub> (6)、常青藤皂苷元 3-*O*- $\alpha$ -L-吡喃阿拉伯糖苷 (7)和木通皂苷 D (8)。化合物 1、2、3、5 和 6 为首次从该种植物中分离得到, 化合物 7 和 8 为首次从薯蓣属植物中分离得到。

**关键词:** 绵萆薢; 三萜皂苷; 生物活性

doi: 10.11926/j.issn.1005-3395.2016.05.016

## Triterpenoid Saponins from the Rhizome of *Dioscorea spongiosa*

CHAO Li-ping, LIU Yan-xia, RUAN Jing-ya, ZHENG Zhao-miao, WANG Tao, ZHANG Yi\*

(Key Laboratory of Traditional Chinese Medicinal Chemistry and Analytical Chemistry of Tianjin, Tianjin University of Traditional Chinese Medicine, Tianjin 300193, China)

**Abstract:** In order to understand the chemical constituents of *Dioscorea spongiosa*, eight triterpenoid saponins were obtained from 70% EtOH extract of its rhizome. On the basis of their physicochemical and spectral data, these saponins were identified as 20(*S*)-ginsenoside Rh<sub>1</sub> (1), ginsenoside Rg<sub>1</sub> (2), ginsenoside Re (3), notoginsenoside R<sub>1</sub> (4), ginsenoside Rd (5), ginsenoside Rb<sub>1</sub> (6), hederagenin-3-*O*- $\alpha$ -L-arabinopyranoside (7), and akebiasaponin D (8). Among them, compounds 1, 2, 3, 5 and 6 were isolated from this species for the first time, and compounds 7 and 8 were obtained from the genus *Dioscorea* for the first time.

**Key words:** *Dioscorea spongiosa*; Triterpenoid saponin; Biological activity

绵萆薢为薯蓣科植物薯蓣属绵萆薢(*Dioscorea spongiosa* J. Q. Xi, M. Mizuno et W. L. Zhao)及福州薯蓣(*D. futschauensis* Uline ex R. Knuth)的干燥根茎。中医认为: 绵萆薢味苦, 性平。用于治疗膏淋, 白浊, 白带过多, 风湿痹痛, 关节不利, 腰膝疼痛等症。现代药理研究表明, 绵萆薢具有抗肿瘤、抗骨质疏松、降血脂、降尿酸、抗心肌缺血、抗真菌及预防动脉粥样硬化等作用。绵萆薢的化学成分主要有甾体、二芳基庚烷、木脂素等<sup>[1]</sup>。绵萆薢常与其他中药配伍, 在临床上用于治疗慢性前列腺炎、

乳糜尿、风湿及类风湿性关节炎、骨关节炎及骨质疏松等症状。我们对绵萆薢 70% 乙醇水溶液提取物的化学成分进行研究, 从中分离鉴定了 8 个三萜皂苷类成分(图 1)。本文重点对其核磁共振波谱数据进行报道, 为阐明其作用机制奠定物质基础。

## 1 材料和方法

### 1.1 材料

材料采购自河北省安国市, 由天津中医药大学

收稿日期: 2015-12-29 接受日期: 2016-01-26

基金项目: 新世纪优秀人才支持计划项目(NCET-12-1069); 天津市高等学校创新团队培养计划项目(TD12-5033)资助

This work was supported by the Program for New Century Excellent Talents in University (Grant No. NCET-12-1069), and the Program for Innovation Team in Tianjin University (Grant No. TD12-5033).

作者简介: 晁利平(1989-), 女, 硕士研究生。E-mail: chaoliping0820@163.com

\* 通信作者 Corresponding author. E-mail: zhwxzh@263.net

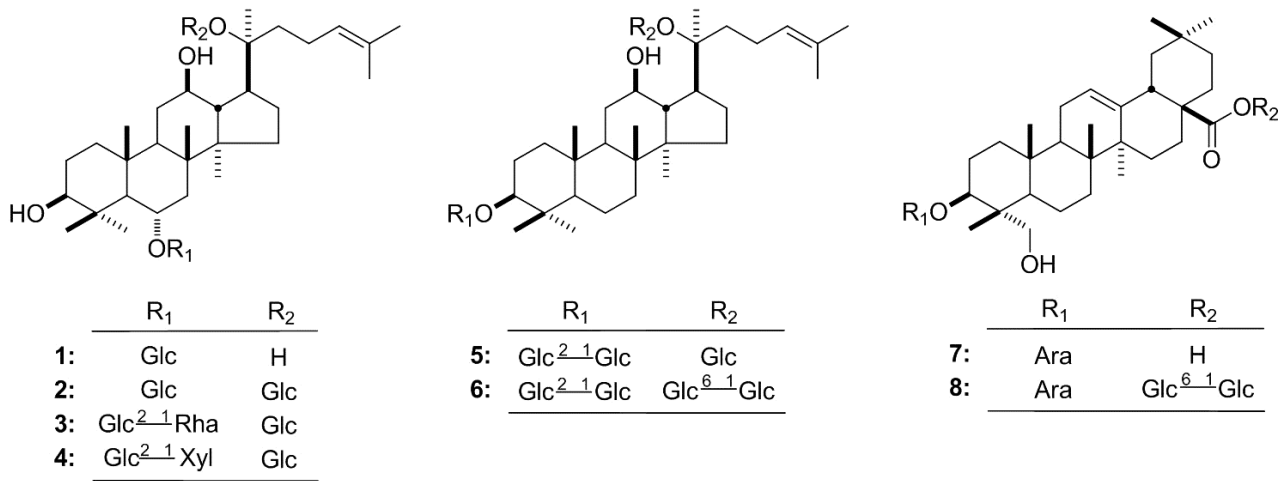


图 1 绵草薹中化合物 1~8 的结构

Fig. 1 Structures of compounds 1-8 from *Dioscorea spongiosa*

李天祥副教授鉴定为薯蓣科薯蓣属绵草薹(*Dioscorea spongiosa* J. Q. Xi, M. Mizuno et W. L. Zhao)的干燥根茎。

## 1.2 仪器和试剂

Bruker 500 MHz NMR 超导核磁共振波谱仪 Avance III 500 MR (瑞士 Bruker 公司); 安捷伦 6500 系列四级杆-飞行时间质谱仪(美国 Agilent); 分析型高效液相色谱仪 RID-10A (日本岛津); 制备型高效液相色谱仪 LC-8A (日本岛津)。

D101 大孔吸附树脂(净品级, 天津市海光化工有限公司); 柱色谱硅胶(100~200 目, 青岛海洋化工厂), Chromatorex ODS MB 100~40/75 (40~75  $\mu\text{m}$ , Fuji Silisia Chemical Ltd., Japan); Sephadex LH-20 (Ge Healthcare Bio-Sciences AB, Sweden); HPLC 用 Cosmosil 5C18-MS-II 分析柱(250 mm $\times$ 4.6 mm i.d.) 和制备柱(250 mm $\times$ 20 mm i.d.) (Nacalai Tesque Inc., Japan)。

色谱纯及分析纯试剂购自天津市康科德科技有限公司。

## 1.3 提取和分离

绵草薹干燥根茎 7.8 kg, 用 70% EtOH 水溶液加热回流提取 2 次, 每次 3 h, 减压回收溶剂, 得浸膏。浸膏经 D101 大孔吸附树脂(H<sub>2</sub>O $\rightarrow$ 95% EtOH)分离。取 95% EtOH 洗脱物(150 g)经硅胶柱色谱, 先以 CHCl<sub>3</sub>-MeOH (100:1 $\rightarrow$ 100:3 $\rightarrow$ 100:5, V/V)

洗脱, 再以 CHCl<sub>3</sub>-MeOH-H<sub>2</sub>O (10:3:1 $\rightarrow$ 7:3:1 $\rightarrow$ 6:4:1, 下层, V/V/V)得组分 Fr.1~Fr.12。Fr. 6、7、9 和 11 分别经 ODS 柱色谱及制备型高效液相色谱分离, 得到化合物 1 (28.0 mg)、2 (82.4 mg)、3 (10.0 mg)、4 (13.2 mg)、5 (14.7 mg)、6 (20.2 mg)、7 (4.9 mg)和 8 (73.2 mg)。

## 1.4 结构鉴定

**化合物 1** 白色粉末。高分辨 Q-TOF-ESI-MS 给出准分子离子峰  $m/z$ : 683.4361 [M + COOH]<sup>-</sup> (calcd for C<sub>37</sub>H<sub>63</sub>O<sub>11</sub>, 683.4376, 误差: +2.17 ppm), 分子式为 C<sub>36</sub>H<sub>62</sub>O<sub>9</sub>。<sup>1</sup>H NMR (500 MHz, C<sub>5</sub>D<sub>5</sub>N):  $\delta$  0.80, 1.01, 1.17, 1.38, 1.56, 1.62, 1.69, 2.02 (3H each, all s, H<sub>3</sub>-30, 19, 18, 21, 29, 27, 26, 28), 3.49 (1H, dd,  $J$  = 4.0, 11.5 Hz, H-3), 3.87 (1H, m, H-12), 4.38 (1H, m, H-6), 4.98 (1H, d,  $J$  = 8.0 Hz, H-1'), 5.31 (1H, t,  $J$  = 6.0 Hz, H-24)。其 <sup>1</sup>H、<sup>13</sup>C NMR (125 MHz, C<sub>5</sub>D<sub>5</sub>N, 表 1)谱数据与文献[2]对照, 并结合 2D NMR 谱的解析, 鉴定该化合物为 20(S)-人参皂苷 Rh<sub>1</sub>。

**化合物 2** 白色粉末。高分辨 Q-TOF-ESI-MS 给出准分子离子峰  $m/z$ : 845.4922 [M + COOH]<sup>-</sup> (calcd for C<sub>43</sub>H<sub>75</sub>O<sub>16</sub>, 845.4904, 误差: -2.12 ppm), 分子式为 C<sub>42</sub>H<sub>74</sub>O<sub>14</sub>。<sup>1</sup>H NMR (500 MHz, C<sub>5</sub>D<sub>5</sub>N):  $\delta$  0.79, 1.01, 1.14, 1.57, 1.57, 1.60, 1.61, 2.02 (3H each, all s, H<sub>3</sub>-30, 19, 18, 21, 29, 27, 26, 28), 3.48 (1H, dd,  $J$  = 4.5, 11.5 Hz, H-3), 4.38 (1H, m, H-6), 4.07 (1H, m, H-12), 4.97 (1H, d,  $J$  = 8.0 Hz, H-1'), 5.12 (1H, d,  $J$  =

8.0 Hz, H-1''), 5.25 (1H, t,  $J = 6.0$  Hz, H-24)。其  $^1\text{H}$ 、 $^{13}\text{C}$  NMR (125 MHz,  $\text{C}_5\text{D}_5\text{N}$ , 表 1) 谱数据与文献[2]对照, 并结合 2D NMR 谱的解析, 鉴定该化合物为人参皂苷  $\text{Rg}_1$ 。

**化合物 3** 白色粉末。高分辨 Q-TOF-ESI-MS 给出准分子离子峰  $m/z$ : 991.5459 [ $\text{M} + \text{COOH}$ ] $^-$  (calcd for  $\text{C}_{49}\text{H}_{83}\text{O}_{20}$ , 991.5483, 误差: +2.14 ppm), 分子式为  $\text{C}_{48}\text{H}_{82}\text{O}_{18}$ 。 $^1\text{H}$  NMR (500 MHz,  $\text{C}_5\text{D}_5\text{N}$ ):  $\delta$  0.96, 1.17, 1.35, 1.58, 1.60, 1.61, 1.61, 2.10 (3H each, all s, H<sub>3</sub>-18, 30, 19, 21, 26, 27, 29, 28), 3.45 (1H, dd,  $J = 4.5, 11.5$  Hz, H-3), 4.65 (1H, m, H-6), 4.10 (1H, m, H-12), 5.15 (1H, d,  $J = 7.0$  Hz, H-1'''), 5.24 (1H, d,  $J = 6.5$  Hz, H-1'), 5.25 (1H, t,  $J = 7.0$  Hz, H-24), 6.47 (1H, br s, H-1'')。其  $^1\text{H}$ 、 $^{13}\text{C}$  NMR (125 MHz,  $\text{C}_5\text{D}_5\text{N}$ , 表 1) 谱数据与文献[3]对照, 并结合 2D NMR 谱的解析, 鉴定该化合物为人参皂苷  $\text{Re}$ 。

**化合物 4** 白色粉末。高分辨 Q-TOF-ESI-MS 给出准分子离子峰  $m/z$ : 977.5304 [ $\text{M} + \text{COOH}$ ] $^-$  (calcd for  $\text{C}_{48}\text{H}_{83}\text{O}_{20}$ , 977.5327, 误差: +2.32 ppm), 分子式为  $\text{C}_{47}\text{H}_{80}\text{O}_{18}$ 。 $^1\text{H}$  NMR (500 MHz,  $\text{C}_5\text{D}_5\text{N}$ ):  $\delta$  0.77, 0.91, 1.11, 1.43, 1.57, 1.60, 1.60, 2.03 (3H each, all s, H<sub>3</sub>-30, 19, 18, 29, 21, 26, 27, 28), 3.46 (1H, dd,  $J = 4.5, 11.5$  Hz, H-3), 4.29 (1H, m, H-6), 4.10 (1H, m, H-12), 5.13 (1H, d,  $J = 7.5$  Hz, H-1'''), 4.89 (1H, d,  $J = 7.0$  Hz, H-1'), 5.25 (1H, t,  $J = 7.5$  Hz, H-24), 5.72 (1H, d,  $J = 6.5$  Hz, H-1')。其  $^1\text{H}$ 、 $^{13}\text{C}$  NMR (125 MHz,  $\text{C}_5\text{D}_5\text{N}$ , 表 1) 谱数据与文献[3]对照, 并结合 2D NMR 谱的解析, 鉴定该化合物为三七皂苷  $\text{R}_1$ 。

**化合物 5** 白色粉末。高分辨 Q-TOF-ESI-MS 给出准分子离子峰  $m/z$ : 991.5462 [ $\text{M} + \text{COOH}$ ] $^-$  (calcd for  $\text{C}_{49}\text{H}_{83}\text{O}_{20}$ , 991.5483, 误差: +2.14 ppm), 分子式为  $\text{C}_{48}\text{H}_{82}\text{O}_{18}$ 。 $^1\text{H}$  NMR (500 MHz,  $\text{C}_5\text{D}_5\text{N}$ ):  $\delta$  0.81, 0.94, 0.94, 1.01, 1.26, 1.59, 1.59, 1.61 (3H each, all s, H<sub>3</sub>-19, 18, 30, 29, 28, 26, 27, 21), 3.26 (1H, dd,  $J = 5.0, 11.5$  Hz, H-3), 4.11 (1H, m, H-12), 4.89 (1H, d,  $J = 7.5$  Hz, H-1'), 5.16 (1H, d,  $J = 7.5$  Hz, H-1'''), 5.22 (1H, t,  $J = 6.0$  Hz, H-24), 5.30 (1H, d,  $J = 7.5$  Hz, H-1'')。其  $^1\text{H}$ 、 $^{13}\text{C}$  NMR (125 MHz,  $\text{C}_5\text{D}_5\text{N}$ , 表 1) 谱数据与文献[4]对照, 并结合 2D NMR 谱的解析, 鉴定该化合物为人参皂苷  $\text{Rd}$ 。

**化合物 6** 白色粉末。高分辨 Q-TOF-ESI-MS 给出准分子离子峰  $m/z$ : 1143.5695 [ $\text{M} + \text{Cl}$ ] $^-$  (calcd for  $\text{C}_{54}\text{H}_{92}\text{O}_{23}\text{Cl}$ , 1143.5723, 误差: +2.48 ppm), 分子

式为  $\text{C}_{54}\text{H}_{92}\text{O}_{23}$ 。 $^1\text{H}$  NMR (500 MHz,  $\text{C}_5\text{D}_5\text{N}$ ):  $\delta$  0.80, 0.95, 0.95, 1.09, 1.26, 1.60, 1.63, 1.65 (3H each, all s, H<sub>3</sub>-19, 18, 30, 29, 28, 26, 21, 27), 3.25 (1H, dd,  $J = 4.0, 10.5$  Hz, H-3), 4.69 (1H, m, H-12), 4.89 (1H, d,  $J = 7.0$  Hz, H-1'), 5.04 (1H, d,  $J = 7.0$  Hz, H-1'''), 5.08 (1H, d,  $J = 7.0$  Hz, H-1'''), 5.30 (1H, t,  $J = 7.0$  Hz, H-24), 5.34 (1H, d,  $J = 7.5$  Hz, H-1'')。其  $^1\text{H}$ 、 $^{13}\text{C}$  NMR (125 MHz,  $\text{C}_5\text{D}_5\text{N}$ , 表 1) 谱数据与文献[3]对照, 并结合 2D NMR 谱的解析, 鉴定该化合物为人参皂苷  $\text{Rb}_1$ 。

**化合物 7** 白色粉末。高分辨 Q-TOF-ESI-MS 给出准分子离子峰  $m/z$ : 649.3969 [ $\text{M} + \text{COOH}$ ] $^-$  (calcd for  $\text{C}_{36}\text{H}_{57}\text{O}_{10}$ , 649.3957, 误差: -1.81 ppm), 分子式为  $\text{C}_{35}\text{H}_{56}\text{O}_8$ 。 $^1\text{H}$  NMR (500 MHz,  $\text{CD}_3\text{OD}$ ):  $\delta$  0.71, 0.83, 0.90, 0.94, 0.98, 1.17 (3H each, all s, H<sub>3</sub>-24, 26, 29, 30, 25, 27), 3.62 (1H, m, H-3), [3.29, 3.60 (1H each, both m), H<sub>2</sub>-23], 4.32 (1H, d,  $J = 7.0$  Hz, H-1'), 5.24 (1H, t,  $J = 3.5$  Hz, H-12)。其  $^1\text{H}$ 、 $^{13}\text{C}$  NMR (125 MHz,  $\text{CD}_3\text{OD}$ , 表 1) 谱数据与文献[5]对照, 并结合 2D NMR 谱的解析, 鉴定该化合物为常青藤皂苷元 3-*O*- $\alpha$ -L-吡喃阿拉伯糖苷。

**化合物 8** 白色粉末。高分辨 Q-TOF-ESI-MS 给出准分子离子峰  $m/z$ : 973.5002 [ $\text{M} + \text{COOH}$ ] $^-$  (calcd for  $\text{C}_{48}\text{H}_{77}\text{O}_{20}$ , 973.5014, 误差: +1.2 ppm), 分子式为  $\text{C}_{47}\text{H}_{76}\text{O}_{18}$ 。 $^1\text{H}$  NMR (500 MHz,  $\text{C}_5\text{D}_5\text{N}$ ):  $\delta$  0.97, 1.10, 1.18, 0.86, 0.86, 0.90 (3H each, all s, H<sub>3</sub>-25, 26, 27, 29, 30, 24), 4.22 (1H, m, H-3), 3.66 (1H, d,  $J = 11.0$  Hz, H<sub>a</sub>-23), 4.24 (1H, m, overlapped, H<sub>b</sub>-23), 4.94 (1H, d,  $J = 6.0$  Hz, H-1'), 4.97 (1H, d,  $J = 8.0$  Hz, H-1'''), 5.41 (1H, t,  $J = 7.0$  Hz, H-12), 6.20 (1H, d,  $J = 8.0$  Hz, H-1'')。其  $^1\text{H}$ 、 $^{13}\text{C}$  NMR (125 MHz,  $\text{C}_5\text{D}_5\text{N}$ , 表 1) 谱数据与文献[6]对照, 并结合 2D NMR 谱的解析, 鉴定该化合物为木通皂苷  $\text{D}$ 。

## 2 结果和讨论

绵萆薢最早记录于《神农本草经》, 具有相当悠久的历史而且疗效显著。明代《滇南本草》记载“治风寒, 温经络, 腰膝疼, 遍身顽麻, 利膀胱水道, 赤白便浊”。但至今, 绵萆薢的临床使用仍是在单一的中医理论的指导下进行。为了更加科学合理地绵萆薢应用于临床, 本文从药效物质基础出发, 首先对其化学成分进行了系统研究。

表 1 化合物 1~8 的碳谱数据

Table 1  $^{13}\text{C}$  NMR (125 MHz,  $\delta$ ) data of compounds 1–8

位置 Position	1 <sup>a</sup>	2 <sup>a</sup>	3 <sup>a</sup>	4 <sup>a</sup>	5 <sup>a</sup>	6 <sup>a</sup>	7 <sup>b</sup>	8 <sup>a</sup>
1	39.4	39.4	39.5	39.5	39.1	39.2	39.4	38.8
2	27.9	27.8	27.8	27.8	26.8	26.8	26.2	26.0
3	78.6	78.6	78.4	78.9	89.0	89.0	83.3	81.9
4	40.3	40.3	40.0	40.2	39.7	39.7	43.8	43.4
5	61.4	61.3	60.8	61.3	56.4	56.4	48.1	47.5
6	80.0	80.1	74.6	79.2	18.4	18.5	18.8	18.1
7	45.2	45.1	46.0	44.9	35.2	35.2	33.4	32.4
8	41.1	41.1	41.2	41.1	40.0	40.1	40.5	39.9
9	50.2	49.9	49.6	49.9	50.2	50.2	48.9	48.1
10	39.7	39.6	39.7	39.6	36.9	36.9	37.6	36.9
11	32.0	30.8	30.9	30.9	30.8	30.8	24.5	23.8
12	71.0	70.2	70.2	70.2	70.2	70.2	123.3	122.8
13	48.2	49.0	49.1	49.1	49.5	49.5	145.4	144.1
14	51.6	51.3	51.4	51.4	51.4	51.4	42.9	42.1
15	31.2	30.6	30.7	30.7	30.6	30.8	28.8	28.2
16	26.8	26.6	26.7	26.6	26.6	26.6	24.1	23.3
17	54.7	51.6	51.7	51.6	51.7	51.7	43.8	47.0
18	17.4	17.5	17.3	17.5	16.0	16.0	42.8	41.6
19	17.6	17.5	17.5	17.5	16.3	16.3	47.3	46.2
20	73.0	83.3	83.3	83.3	83.3	83.5	31.6	30.7
21	27.0	22.3	22.3	22.3	22.4	22.4	35.0	33.9
22	35.8	36.0	36.0	36.1	36.1	36.2	33.8	32.7
23	23.0	23.2	23.3	23.2	23.2	23.2	64.8	64.4
24	126.3	125.9	126.0	125.9	126.0	126.0	13.4	13.6
25	130.7	130.9	130.9	130.9	131.0	131.0	16.4	16.2
26	25.8	25.8	25.8	25.8	25.8	25.8	17.8	17.5
27	17.7	17.8	17.8	17.8	17.8	18.0	26.5	26.0
28	31.7	31.7	32.2	31.7	28.1	28.1	180.0	176.5
29	16.3	16.3	17.7	16.7	16.6	16.6	33.7	33.1
30	16.8	17.1	17.2	17.2	17.4	17.4	24.1	23.7
1'	106.0	105.9	101.9	103.5	105.1	105.1	106.2	106.5
2'	75.4	75.4	78.6	79.8	83.4	83.5	72.9	73.0
3'	79.6	79.5	79.4	80.1	78.3	78.3	74.5	74.6
4'	71.8	71.7	72.6	71.7	71.7	71.7	69.5	69.5
5'	78.0	78.0	78.3	78.0	78.1	78.2	66.7	66.9
6'	63.0	63.0	63.1	62.9	62.9	62.9		
1''		98.2	101.9	104.8	106.0	106.0		95.6
2''		75.1	72.3	75.8	77.1	77.1		73.8
3''		79.1	72.4	78.7	77.9	77.9		78.6
4''		71.5	74.2	71.2	71.7	71.7		70.7
5''		78.2	69.5	67.2	78.2	78.3		77.8
6''		62.7	18.7		62.7	62.8		69.2
1'''			98.3	98.2	98.3	98.1		105.1
2'''			75.2	75.1	75.1	74.9		75.0
3'''			79.2	79.5	79.2	79.2		78.2
4'''			71.6	71.6	71.6	71.6		71.4
5'''			78.3	78.2	78.3	77.0		78.3
6'''			62.9	62.9	62.8	70.2		62.5
1''''						105.3		
2''''						75.2		
3''''						78.0		
4''''						71.7		
5''''						78.3		
6''''						62.8		

a: in  $\text{C}_5\text{D}_5\text{N}$ ; b: in  $\text{CD}_3\text{OD}$ .

利用正相硅胶、反相 ODS 柱色谱及高效液相色谱制备等分离手段, 从绵萆薢 70%乙醇水溶液提取物中分离得到了 8 个三萜皂苷类单体成分。通过谱学分析及与文献对照, 分别鉴定为: 20(S)-人参皂苷 Rh<sub>1</sub> (1)、人参皂苷 Rg<sub>1</sub> (2)、人参皂苷 Re (3)、三七皂苷 R<sub>1</sub> (4)、人参皂苷 Rd (5)、人参皂苷 Rb<sub>1</sub> (6)、常青藤皂苷元 3-O- $\alpha$ -L-吡喃阿拉伯糖苷 (7) 和木通皂苷 D (8)。化合物 1、2、3、5、6 为首次从该植物中分离得到, 化合物 7 和 8 为首次从薯蓣属植物中分离得到。

三萜皂苷类化合物, 结构复杂多样, 具有多种生物活性, 如抗癌、抗病毒、抗心肌缺血、抗炎及抗过敏、降血糖及血脂、保肝等作用<sup>[7]</sup>。如达玛烷型三萜皂苷中的人参皂苷 Rh<sub>1</sub> 能够降低 MCP-1、CCR2 水平及蛋白激酶的磷酸化, 因而对白血病的治疗有良好的疗效<sup>[8-9]</sup>; 人参皂苷 Rg<sub>1</sub> 通过调节端粒系统、炎症因子水平和抗氧化从而发挥延缓脑衰老作用<sup>[10]</sup>; 人参皂苷 Re 通过降低运动性疲劳模型大鼠血清、肝和骨骼肌 MDA 含量, 提高红细胞、肝和骨骼肌 SOD 活性, 从而达到抗疲劳作用<sup>[11]</sup>; 三七皂苷 R<sub>1</sub> 对 LPS 引起的心肌炎症具有明显的抑制作用, 能有效改善由此导致的心肌损伤<sup>[12]</sup>; 人参皂苷 Rd 是 26S 蛋白酶特异性抑制剂, 抑制率达到 52.9%, 且毒性低, 因而具有抗肿瘤的作用<sup>[13-14]</sup>; 人参皂苷 Rb<sub>1</sub> 能够明显的抑制小鼠淋巴细胞的体外活化及增殖, 是一种潜在的免疫抑制剂<sup>[15]</sup>。本研究进一步完善了绵萆薢的物质基础, 对其临床应用会有进一步的指导意义, 还可为新药的研究与开发奠定基础。

## 参考文献

- [1] CHAO L P, LIU Y X, QU L, et al. Research progress on chemical constituents and pharmacology activities of *Dioscoreae spongiosae* rhizome [J]. Drug Eval Res, 2015, 38(3): 325-330. doi: 10.7501/j.issn.1674-6376.2015.03.021.  
晁利平, 刘艳霞, 瞿璐, 等. 绵萆薢的化学成分及药理作用研究进展 [J]. 药物评价研究, 2015, 38(3): 325-330. doi: 10.7501/j.issn.1674-6376.2015.03.021.
- [2] TENG R W, LI H Z, CHEN J T, et al. Complete assignment of <sup>1</sup>H and <sup>13</sup>C NMR data for nine protopanaxatriol glycosides [J]. Magn Reson Chem, 2002, 40(7): 483-488. doi: 10.1002/mrc.1033.
- [3] ZENG J, CUI X M, ZHOU J M, et al. Studies on chemical constituents from rhizomes of *Panax notoginseng* [J]. J Chin Med Mat, 2007, 30(11): 1388-1391. doi: 10.3321/j.issn:1001-4454.2007.11.014.  
曾江, 崔秀明, 周家明, 等. 三七根茎的化学成分研究 [J]. 中药材, 2007, 30(11): 1388-1391. doi: 10.3321/j.issn:1001-4454.2007.11.014.
- [4] QIU F, MA Z Z, PEI Y P, et al. Studies on chemical constituents of flower-buds of *Panax ginseng* C. A. Meyer [J]. Chin J Med Chem, 1998, 8(3): 205-207.  
邱峰, 马忠泽, 裴玉萍, 等. 人参花蕾化学成分的研究 [J]. 中国药物化学杂志, 1998, 8(3): 205-207.
- [5] JHOO J W, SANG S M, HE K, et al. Characterization of the triterpene saponins of the roots and rhizomes of blue cohosh (*Caulophyllum thalictroides*) [J]. J Agric Food Chem, 2001, 49(12): 5969-5974. doi: 10.1021/jf010814e.
- [6] WU S, LIU E W, ZHANG Y, et al. Studies on chemical constituents in *Dipsacus asperoides* [J]. J Tianjin Univ Trad Chin Med, 2010, 29(3): 147-150.  
吴帅, 刘二伟, 张祎, 等. 川续断中化学成分的研究 [J]. 天津中医药大学学报, 2010, 29(3): 147-150.
- [7] ZHANG Y F, WEI D, DENG Y R, et al. Progress in biological activity of triterpenoid saponins [J]. Chin Trad Pat Med, 2006, 28(9): 1349-1353. doi: 10.3969/j.issn.1001-1528.2006.09.032.  
张云峰, 魏东, 邓雁如, 等. 三萜皂苷的生物活性研究新进展 [J]. 中成药, 2006, 28(9): 1349-1353. doi: 10.3969/j.issn.1001-1528.2006.09.032.
- [8] CHOI Y J, YOON J H, CHA S W, et al. Ginsenoside Rh<sub>1</sub> inhibits the invasion and migration of THP-1 acute monocytic leukemia cells via inactivation of the MAPK signaling pathway [J]. Fitoterapia, 2011, 82(6): 911-919. doi:10.1016/j.fitote.2011.05.005.
- [9] DING Y F, LI J X, YANG C R. The pharmacologic research progress of ginsenoside Rh<sub>1</sub> [J]. Mod Chin Med, 2013, 15(4): 282-285. doi: 10.3969/j.issn.1673-4890.2013.04.005.  
丁艳芬, 李江霞, 杨崇仁. 人参皂苷 Rh<sub>1</sub> 的药理作用研究进展 [J]. 中国现代中药, 2013, 15(4): 282-285. doi: 10.3969/j.issn.1673-4890.2013.04.005.
- [10] LI C P, ZHANG M S, LIU J, et al. Research of anti-aging mechanism of ginsenoside Rg<sub>1</sub> on brain [J]. China J Chin Mat Med, 2014, 39(22): 4442-4447. doi:10.4268/cjcm20142231.  
李成鹏, 张梦思, 刘俊, 等. 人参皂苷 Rg<sub>1</sub> 延缓脑衰老机制研究 [J]. 中国中药杂志, 2014, 39(22): 4442-4447. doi:10.4268/cjcm20142231.
- [11] FENG Y C, ZHAO Z M, CHEN Y, et al. Effects of ginsenoside Re on MDA content and SOD activity in rats with exercise-included fatigue [J]. Trad Chin Drug Res Clin Pharmacol, 2009, 20(6): 542-544. doi:

- 10.3321/j.issn:1003-9783.2009.06.013.  
冯毅翀, 赵自明, 陈媛, 等. 人参皂苷 Re 对运动性疲劳模型大鼠 MDA 含量和 SOD 活性的影响 [J]. 中药新药与临床药理, 2009, 20(6): 542-544. doi: 10.3321/j.issn:1003-9783.2009.06.013.
- [12] WU Y, SUN B, XIAO J, et al. Protective effect of notoginsenoside R<sub>1</sub> on lipopolysaccharide-induced myocardial dysfunction in mice [J]. Chin Pharmacol Bull, 2013, 29(2): 179-184. doi: 10.3969/j.issn.1001-1978.2013.02.08.  
吴颖, 孙冰, 肖静, 等. 三七皂苷 R<sub>1</sub> 对 LPS 诱导的小鼠心肌损伤的保护作用 [J]. 中国药理学通报, 2013, 29(2): 179-184. doi: 10.3969/j.issn.1001-1978.2013.02.08.
- [13] CHANG T L, DING H Y, KAO Y W. Role of ginsenoside Rd in inhibiting 26S proteasome activity [J]. J Agric Food Chem, 2008, 56(24): 12011-12015. doi: 10.1021/jf801427e.
- [14] ZHOU C Q, ZHOU P. Advances in studies on ginsenoside Rd [J]. Chin Trad Herb Drugs, 2009, 40(5): 832-836. doi: 10.3321/j.issn:0253-2670.2009.05.052.  
周超群, 周培. 人参皂苷 Rd 的研究进展 [J]. 中草药, 2009, 40(5): 832-836. doi: 10.3321/j.issn:0253-2670.2009.05.052.
- [15] LÜ M J, ZENG Y Y, SONG B. Effects of ginsenoside Rb<sub>1</sub> on activation, proliferation, and apoptosis of murine T lymphocytes *in vitro* [J]. Chin Trad Herb Drugs, 2011, 42(4): 743-748.  
吕梦捷, 曾耀英, 宋兵. 人参皂苷 Rb<sub>1</sub> 对小鼠 T 淋巴细胞体外活化、增殖及凋亡的影响 [J]. 中草药, 2011, 42(4): 743-748.