

人参叶的皂苷成分*

朱廷廷¹ 李甫² 陈斌² 邓贇^{1**} 王明奎² 李联洪³

¹成都中医药大学 成都 611137

²中国科学院成都生物研究所 成都 610041

³成都曼思特生物科技有限公司 成都 610045

摘要 为了解人参叶皂苷类化学成分,寻找其尚未发现的皂苷,采用正反相硅胶柱层析和反相制备液相色谱等多种方法进行分离纯化。从人参叶中分离得到12个皂苷类化合物,用波谱方法鉴定为越南参皂苷R₃(1)、越南参皂苷R₄(2)、越南参皂苷R₈(3)、人参皂苷Rk₁(4)、人参皂苷Rg₅(5)、5,6-去氢人参皂苷Rd(6)、人参皂苷Rb₁(7)、人参皂苷Rb₂(8)、人参皂苷Rc(9)、人参皂苷Re(10)、人参皂苷Rd(11)、人参皂苷Rg₁(12)。其中化合物1-6为首次从人参叶中分离得到。(图1表1参21)

关键词 人参叶;越南参皂苷R₃;人参皂苷Rk₁;人参皂苷Rg₅;5,6-去氢人参皂苷Rd

CLC Q949.763.26

Studies on the saponins from the leaves of *Panax ginseng**

ZHU Tingting¹, LI Fu², CHEN Bing², DENG Yun^{1**}, WANG Mingkui² & Li Lianhong³

¹Chengdu University of Traditional Chinese Medicine, Chengdu 611137, China

²Chengdu Institute of Biology, Chinese Academy of Sciences, Chengdu 610041, China

³Chengdu Must Biotechnology Limited Company, Chengdu 610045, China

Abstract This research aimed to study the saponins of the leaves of *Panax ginseng* and to search for the undiscovered saponins. Normal and reversed phase silica gel column chromatography combined with preparative HPLC were used for the purification of individual saponins. Altogether 12 triterpene saponins were isolated and identified as vana-ginsenoside R₃(1), vana-ginsenoside R₄(2), vana-ginsenoside R₈(3), ginsenoside Rk₁(4), ginsenoside Rg₅(5), 5, 6-didehydroginsenoside Rd(6), ginsenoside Rb₁(7), ginsenoside Rb₂(8), ginsenoside Rc(9), ginsenoside Re(10), ginsenoside Rd(11), ginsenoside Rg₁(12), respectively. It was the first time that compounds 1-6 were isolated from the leaves of this plant.

Keywords *Panax ginseng* leaves; Vana-ginsenoside R₃; ginsenoside Rk₁; ginsenoside Rg₅; 5,6- didehydroginsenoside Rd

人参叶为五加科植物人参(*Panax ginseng* C.A.Mey.)的干燥叶,具有补气、益肺、祛暑、生津之效。临床上用于气虚咳嗽、暑热烦躁、津伤口渴、头目不清、四肢倦怠^[1]。自1976年开始,国内外学者对人参茎叶进行了大量的研究,发现其主要成分为皂苷类、人参多糖类、黄酮类、氨基酸、有机酸、挥发油等^[2]。其中皂苷是其活性成分,具有延缓衰老、抗肿瘤、抗病毒、抗利尿、降血糖等多种生物活性^[3]。研究表明人参茎叶总皂苷的含量显著高于人参根,且以原人参三醇型皂苷ginsenoside Re为主^[4]。与人参根比较,人参叶具有资源丰富、价格低廉、皂苷类有效成分含量高特点,具有广阔的开发前景。为了寻找人参叶的新的医药用途以及药用物质基础,我们对人参叶化学成分进行了深入系统的研究,从人参叶分离得到了多种皂苷成分,本文报道其中12个皂苷类化合物的分离鉴定,其中越南参R₃(1)、越南参R₄(2)、越南参R₈(3)、人参皂苷Rk₁(4)、人参皂苷Rg₅(5)、5,6-去氢人参皂

苷Rd(6)为首次从人参叶中分离得到。

1 实验部分

1.1 材料与仪器

Bruker Avance 400核磁共振波谱仪(TMS作内标);柱层析用硅胶(100-200目)和薄层层析用硅(GF254)为青岛海洋化工厂生产;纯化用硅胶(40-63 μm)为MERCK公司生产;旋转蒸发仪(瑞士BUCHI);FA2104型电子天平(上海良平仪器仪表有限公司);制备高效液相色谱仪为北京创新通恒科技有限公司产品;制备柱为C18柱(250 mm × 100 mm, 10 μm),成都格莱普公司产品;C18柱(250 mm × 21.2 mm, 10 μm; 250 mm × 30.0 mm, 10 μm, Welch公司生产);所用试剂均为市售AR级。

人参叶2013年8月购自吉林省靖宇县,由中国科学院成都生物所包维楷研究员鉴定为人参(*Panax ginseng* C.A.Mey.)的叶,标本(20130820)保存在本实验室。

1.2 成分提取分离

人参干燥叶(50 kg),粉碎后以80%甲醇加热至60 ℃

收稿日期 Received: 2015-06-25 接受日期 Accepted: 2015-07-23

*中国科学院重点部署项目(KSZD-EW-Z-004)资助 Supported by the Key Project of CAS (KSZD-EW-Z-004)

**通讯作者 Corresponding author (E-mail: dengyun2000@hotmail.com)

提取,减压浓缩得总浸膏。将浸膏用蒸馏水超声分散后,依次用二氯甲烷、正丁醇充分萃取。得到二氯甲烷萃取物(1.1 kg)、正丁醇萃取物(4.2 kg)。

取正丁醇萃取物(2.0 kg),采用硅胶柱层析(100-200目,15 kg),以二氯甲烷-甲醇 V/V 1:10-1:2(水饱和)溶剂系统进行梯度洗脱,分瓶收集并浓缩,以薄层色谱分析指导合并,共得到12个组分(Fr.1-Fr.12)。取Fr.4(50 g)通过开放ODS柱层析以及制备型HPLC(C18柱,203 nm,85%甲醇-水)制备得到化合物4(82 mg)、化合物5(125 mg)、化合物12(4.8 g);取Fr.7(150 g)通过开放ODS柱层析以及制备型HPLC(C18柱,203 nm,78%甲醇-水)制备得到化合物1(124 mg)、化合物6(535 mg)、化合物11(34.2 g);取Fr.10(200 g)通过普通反相C18柱层析以及制备型HPLC(C18柱,203 nm,35%乙腈-水)制备得到化合物2(6.1 g)、化合物3(1.2 g)、化合物7(2.7 g)、化合物8(4.5 g)、化合物9(16.8 g)、化合物10(37.2 g)。

2 成分结构鉴定

通过与文献数据比较,化合物的结构鉴定结果见图1。

化合物1: $C_{48}H_{82}O_{17}$, 无色针晶(甲醇-水)。ESI-MS m/z 929 [M-H]⁻, ¹H-NMR(400 MHz, C_5D_5N) δ : 0.78(3H, s, Me-19), 0.97(6H, s, Me-30,18), 1.10(3H, s, Me-29), 1.27(3H, s, Me-28), 1.50(3H, s, Me-21), 1.66(3H, s, Me-27), 1.67(3H, s, Me-26); 3.29(1H, dd, $J = 11.2$ Hz, 3.6 Hz, H-3), 5.30(1H, t, $J = 5.6$ Hz, H-24), 4.93(1H, d, $J = 7.2$ Hz, H-1[']), 5.09(1H, d, $J = 7.6$ Hz, H-1^{''}), 5.37(1H, d, $J = 7.6$ Hz, H-1^{'''}); 其具体¹³C-NMR数据见表1。与文献[5]对照数据基本一致,故鉴定化合物1为越南参皂苷R₃(Vina-ginsenoside R₃)。

化合物2: $C_{48}H_{82}O_{19}$, 白色无定型粉末。ESI-MS m/z 931 [M-H]⁻, ¹H-NMR(400 MHz, C_5D_5N) δ : 0.91(3H, s, Me-18), 0.98(3H, s, Me-30), 1.04(3H, s, Me-19), 1.48(3H, s, Me-29), 1.57(3H, s, Me-28), 1.97(3H, s, Me-21), 1.58(6H, s, Me-26, 27); 3.33(1H, dd, $J = 7.2$ Hz, 0.8 Hz, H-3), 4.27(1H, overlapped, H-6), 4.18(1H, m, H-12), 5.22(1H, br s, H-24), 4.95(1H, d, $J = 6.4$ Hz, H-1[']), 5.16(1H, d, $J = 6.4$ Hz, H-1^{''}), 5.37(1H, d, $J = 7.2$ Hz, H-1^{'''}); 其具体¹³C-NMR数据见表1。与文献[5]对照数据基本一致,故鉴定化合物2为越南参皂苷R₄(Vina-ginsenoside R₄)。

化合物3: $C_{48}H_{82}O_{19}$, 白色无定型粉末。ESI-MS m/z 931 [M-H]⁻, ¹H-NMR(400 MHz, C_5D_5N) δ : 0.80(3H, s, Me-19), 0.86(3H, s, Me-30), 0.98(3H, s, Me-18), 1.09(3H, s, Me-29), 1.25(3H, s, Me-28), 1.57(3H, s, Me-21), 1.52(6H, s, Me-26, 27); 3.24(1H, dd, $J = 13.2$ Hz, 4.4 Hz, H-3), 4.05(1H, m, H-12), 6.22(1H, td, $J = 14.8$ Hz, 7.6 Hz, H-23), 6.01(1H, d, $J = 15.6$, H-24), 4.89(1H, d, $J = 7.2$ Hz, H-1[']), 5.17(1H, d, $J = 6$ Hz, H-1^{''}), 5.35(1H, d, $J = 7.2$ Hz, H-1^{'''}); 其具体¹³C-NMR数据见表1。与文献[5]对照数据基本一致,故鉴定化合物3为越南参皂苷R₈(Vina-ginsenoside R₈)。

化合物4: $C_{42}H_{70}O_{12}$, 白色无定型粉末。ESI-MS m/z 765 [M

- H]⁻, ¹H-NMR(400 MHz, C_5D_5N) δ : 0.79(3H, s, Me-19), 0.95(3H, s, Me-30), 1.00(3H, s, Me-18), 1.09(3H, s, Me-29), 1.28(3H, s, Me-28), 1.58(3H, s, Me-27), 1.64(3H, s, Me-26), 2.80(1H, m, H-17), 3.26(1H, dd, $J = 9.2$ Hz, 2 Hz, H-3), 3.89(3H, s, H-12, 5', 5''), 4.93(1H, br s, H-21), 5.13(1H, br s, H-21), 5.27(1H, br t, $J = 6.4$ Hz, H-24), 5.37(1H, d, $J = 6.4$ Hz, H-1[']), 4.89(1H, d, $J = 6.4$ Hz, H-1[']); 其具体¹³C-NMR数据见表1。与文献[6]对照数据基本一致,故鉴定化合物4为人参皂苷Rk₁(Ginsenoside Rk₁)。

化合物5: $C_{42}H_{70}O_{12}$, 白色无定型粉末。ESI-MS m/z 765 [M - H]⁻, ¹H-NMR(400 MHz, C_5D_5N) δ : 0.79(3H, s, Me-19), 0.94(3H, s, Me-30), 1.00(3H, s, Me-18), 1.08(3H, s, Me-29), 1.27(3H, s, Me-28), 1.56(3H, s, Me-27), 1.60(3H, s, Me-26), 1.80(3H, s, Me-21), 3.25(1H, dd, $J = 11.2$ Hz, 3.6 Hz, H-3), 5.58(1H, m, H-6), 3.91(3H, s, H-12, 5', 5''), 5.21(1H, br t, $J = 6$ Hz, H-22), 5.49(1H, br t, $J = 6.8$ Hz, H-24), 5.34(1H, d, $J = 7.6$ Hz, H-1[']), 4.90(1H, d, $J = 7.2$ Hz, H-1[']); 其具体¹³C-NMR数据见表1。与文献[6]对照数据基本一致,故鉴定化合物5为人参皂苷Rg₅(Ginsenoside Rg₅)。

化合物6: $C_{48}H_{80}O_{18}$, 白色无定型粉末。ESI-MS m/z 943 [M - H]⁻, ¹H-NMR(400 MHz, C_5D_5N) δ : 0.90(3H, s, Me-18), 1.00(3H, s, Me-30), 1.08(3H, s, Me-19), 1.40(3H, s, Me-29), 1.48(3H, s, Me-28), 1.60(3H, s, Me-21), 1.58(6H, s, Me-26, 27), 3.28(1H, dd, $J = 11.2$ Hz, 3.2 Hz, H-3), 5.24(1H, br t, $J = 6$ Hz, H-24), 4.87(1H, d, $J = 7.2$ Hz, H-1[']), 5.17(1H, d, $J = 7.6$ Hz, H-1^{''}), 5.32(1H, d, $J = 7.6$ Hz, H-1^{'''}); 其具体¹³C-NMR数据见表1。与文献[7]对照数据基本一致,故鉴定化合物6为5,6-去氢人参皂苷Rd(5,6-Didehydroginsenoside Rd)。

化合物7-12经与文献对照,分别鉴定为人参皂苷Rb1^[8]、人参皂苷Rb2^[8-10]、人参皂苷Rc^[8-10]、人参皂苷Re^[11]、人参皂苷Rd^[12]、人参皂苷F5^[13]。具体¹³C-NMR数据见表1。

3 结果与讨论

人参叶资源丰富,价格相对便宜,药理研究表明人参茎叶与人参根具有相似的药理作用,具有抗肿瘤、改善记忆障碍、抗衰老、提高免疫功能、抗氧化、改善心血管功能、抗应激、壮阳等作用^[14],并且人参茎叶总皂苷(GSL)的含量显著高于人参根^[15],阐明其中微量活性成分的化学组成和生物功能对开发人参叶资源具有重要的参考价值。通过对人参茎叶中皂苷类成分的研究,首次发现了微量皂苷类化合物人参皂苷Rk₁和Rg₅,这两个化合物为最初从红参中分离得到^[16],具有抗接触性皮炎、抗肿瘤、改善肺部炎症、抑制环氧合酶-2等作用^[17-20];人参皂苷Rg₅为C-20脱水的人参皂苷,其在改善记忆力方面、抗肿瘤活性药效方面远优于人参皂苷20(S)-Rg3和20(R)-Rg3^[21]。同时分离得到越南参皂苷R₃、越南参皂苷R₄、越南参皂苷R₈均仅从越南人参的根茎有过一次分离报道^[5],越南参皂苷R₃为罕见的C-12不带羟基的人参皂苷,越南参皂苷R₄为罕见的3-位连接糖基的人参三醇类皂苷,越南参皂苷R₈为罕见的25-OH, 23(24)-烯皂苷,由于其在越南人参中

含量低, 对其生物活性评价的文献尚未见报道, 我们从国产人参叶中分离得到大量的越南参皂苷 R_3 、越南参皂苷 R_4 、越南参皂苷 R_8 , 这为对其进行生物功能评价提供了物质基础,

进而为发现人参叶新的功能提供了可能性. 本文的研究结果可丰富人们对人参叶中皂苷类化合物组成的认识, 为深度开发人参叶资源提供依据.

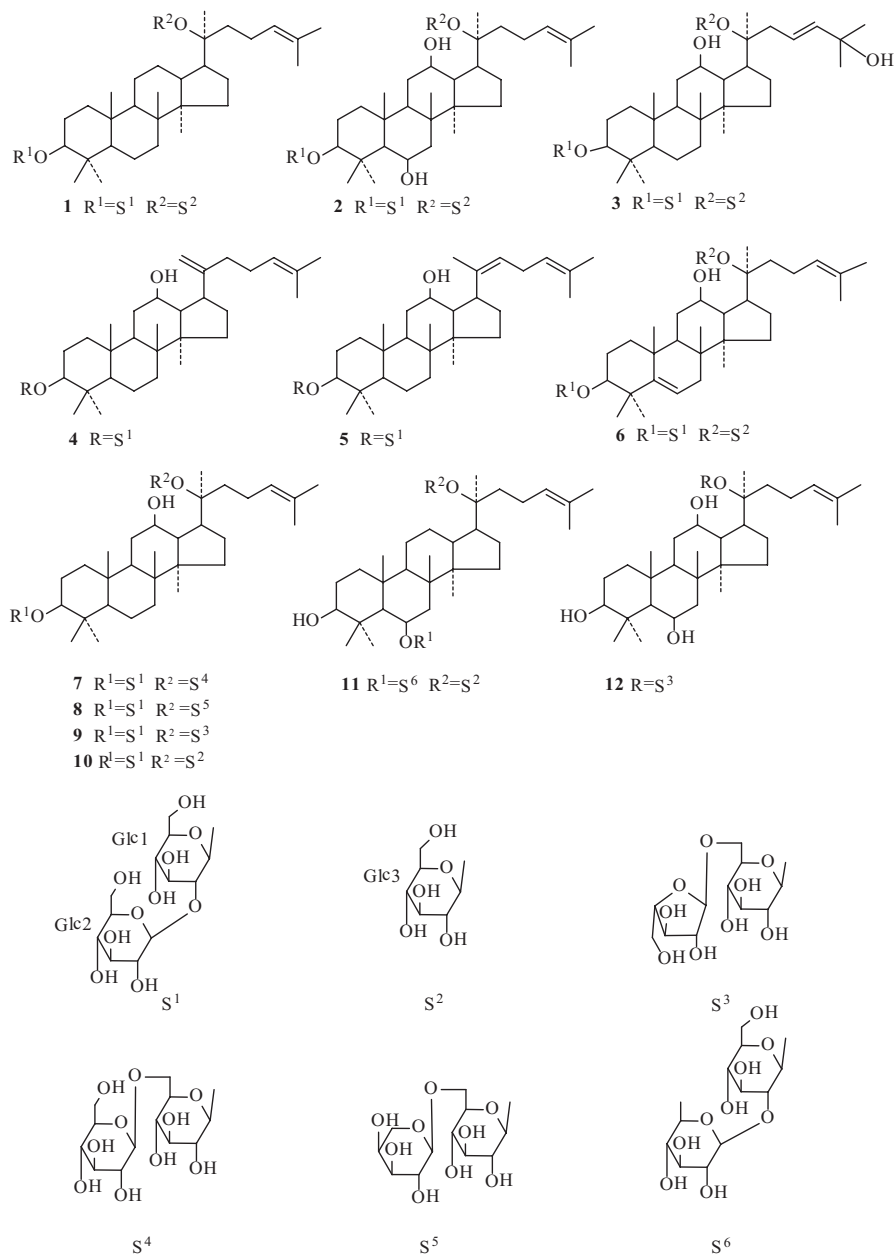


图1 化合物1-6的结构.

Fig. 1 The structure of compounds 1-6.

表1 化合物1-6的 $^{13}\text{C-NMR}$ 数据 (100 MHz, $\text{C}_5\text{D}_5\text{N}$)

Table 1 $^{13}\text{C-NMR}$ date of compounds 1-6 (100 MHz, $\text{C}_5\text{D}_5\text{N}$)

C	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	39.1	38.9	39.0	39.0	39.0	39.5	39.0	39.0	38.9	39.2	39.2	39.4
2	26.6	26.4	26.5	26.5	27.9	26.8	25.6	25.6	25.6	27.5	25.8	28.2
3	88.8	89.2	88.8	88.7	88.7	87.7	88.8	88.8	89.0	78.3	89.0	78.5
4	39.5	40.4	39.0	39.5	40.0	42.8	39.5	39.4	39.7	39.4	39.7	40.4
5	56.2	61.5	56.2	56.2	56.1	147.1	56.2	56.2	56.4	60.6	56.4	61.7
6	18.2	67.3	18.2	18.2	18.2	119.6	18.2	18.2	18.5	74.3	18.5	67.7
7	35.5	47.2	34.9	35.1	35.1	34.6	34.9	34.9	35.2	45.7	35.2	47.5

续表1 化合物1-6的¹³C-NMR数据 (100 MHz, C₅D₅N)Table 1 ¹³C-NMR data of compounds 1-6 (100 MHz, C₅D₅N)

C	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
8	40.1	40.9	39.8	40.0	39.5	37.1	39.8	39.8	40.1	41.0	40.1	41.2
9	50.8	49.5	49.9	48.1	50.5	46.9	50.0	50.0	50.2	49.5	50.2	49.9
10	36.7	38.6	36.7	36.8	36.8	37.1	36.7	36.7	36.9	39.7	36.9	39.3
11	21.7	30.6	30.6	32.5	32.0	32.0	30.6	30.5	30.8	30.7	30.8	30.7
12	25.3	70.0	70.4	72.2	72.3	69.8	70.0	70.0	70.2	70.3	70.2	70.2
13	42.3	48.9	49.2	52.2	50.2	49.3	49.3	49.2	49.5	49.3	49.5	49.1
14	50.5	51.1	51.3	51.0	50.8	50.8	51.2	51.2	51.5	51.2	51.5	51.3
15	31.3	30.6	30.6	32.5	32.4	32.3	30.5	30.5	30.8	30.5	30.8	30.8
16	27.7	26.4	26.2	30.6	26.5	26.5	26.4	26.4	26.7	26.4	26.7	26.6
17	48.3	51.4	52.2	50.6	50.7	51.6	51.2	51.2	51.6	51.5	51.6	51.6
18	16.4	17.3	16.4	16.3	16.2	17.8	15.8	15.8	16.0	17.4	16.0	17.5
19	16.3	17.3	16.1	15.6	16.4	20.2	16.0	16.1	16.3	17.3	16.3	17.4
20	82.0	83.1	83.1	155.3	140.0	83.1	83.3	83.3	83.5	83.1	83.5	83.4
21	21.4	22.2	23.0	107.9	13.0	22.3	22.2	22.1	22.4	22.1	22.4	22.3
22	40.5	35.9	39.5	33.6	122.8	36.1	36.0	36.0	36.2	35.8	36.2	36.1
23	23.0	23.0	122.5	26.8	27.2	23.1	23.0	23.0	23.2	23.0	23.2	23.2
24	126.0	125.7	141.9	125.1	123.8	125.7	125.7	125.7	126.0	125.7	126.0	126.
25	130.5	130.7	69.7	130.9	131.0	130.8	130.9	130.9	130.9	130.7	130.9	131.1
26	25.6	25.6	30.4	25.6	25.5	25.6	25.6	25.6	25.8	25.6	25.8	25.8
27	17.7	17.6	30.4	17.5	17.5	17.6	17.7	17.7	17.8	17.6	17.8	17.9
28	27.9	31.1	27.9	27.9	28.6	27.9	27.9	27.9	28.1	32.0	28.1	32.0
29	15.5	16.6	15.7	16.4	15.6	23.9	16.4	16.4	16.7	17.0	16.7	16.5
30	16.6	17.2	16.9	16.7	16.8	16.7	17.2	17.2	17.4	17.0	17.4	17.6
	3-Glc	3-Glc	3-Glc	3-Glc	3-Glc	3-Glc	3-Glc	3-Glc	3-Glc	6-Glc	3-Glc	
1	104.9	105.1	104.9	104.9	104.9	104.7	104.9	104.8	104.9	101.6	105.2	
2	83.3	83.1	83.1	83.2	83.2	83.4	83.1	83.2	83.1	78.9	83.3	
3	77.9	77.9	77.9	78.1	78.1	77.7	77.9	77.8	77.8	78.0	78.0	
4	71.4	71.3	71.3	71.4	71.4	71.4	71.3	71.4	71.3	72.0	71.6	
5	77.7	78.0	78.1	77.7	77.7	78.1	78.1	78.0	78.1	78.1	78.3	
6	62.6	62.5	62.5	62.4	62.4	62.4	62.4	62.4	62.4	62.6	62.7	
	Glc	Glc	Glc	Glc	Glc	Glc	Glc	Glc	Glc	Rha	Glc	
1	105.9	105.7	105.7	105.9	105.8	106.0	105.8	105.8	105.8	101.7	106.1	
2	77.0	76.9	76.9	77.0	77.0	76.9	76.9	76.9	76.9	72.2	7.2	
3	78.0	79.0	78.6	78.1	78.1	77.9	79.0	78.9	79.0	72.3	79.4	
4	71.8	71.4	71.4	71.4	71.4	71.4	71.4	71.4	71.4	73.9	71.7	
5	77.7	78.1	78.1	77.9	77.9	78.1	77.7	77.6	77.7	69.2	78.2	
6	62.9	62.7	62.6	62.6	62.6	62.6	62.6	62.6	62.6	18.5	62.9	
	20-Glc	20-Glc	20-Glc			20-Glc	20-Glc	20-Glc	20-Glc	20-Glc	20-Glc	20-Glc
1	98.4	98.0	98.0			98.1	97.9	97.9	97.8	98.0	98.3	98.1
2	75.4	74.9	75.1			74.9	74.6	74.6	74.8	74.9	75.2	75.0
3	78.9	77.9	78.1			79.0	78.1	78.9	78.0	79.1	78.4	79.3
4	71.4	71.5	71.3			71.4	71.4	71.5	71.8	71.3	71.7	72.1
5	78.1	77.9	78.0			78.1	76.8	76.5	76.3	78.2	78.4	76.6
6	62.5	62.5	62.6			62.5	70.0	69.0	68.2	62.8	62.9	68.5
							Glc	Ara	Ara			Ara
1							105.1	104.4	109.9			110.1
2							75.0	71.9	83.2			83.3
3							77.7	73.8	78.6			78.8
4							71.4	68.3	85.7			86.1
5							76.9	65.4	62.4			62.7
6							62.5					

参考文献 [References]

- 1 国家药典委员会. 中华人民共和国药典(一部) [S]. 北京: 中国医药科技出版社, 2010: 9 [Committee of Pharmacopeia the pepo's Republic of China. Committee of Pharmacopeia the pepo's Republic of China. Part 1 [S]. Beijing: China Medical Science Press, 2010: 9]
- 2 李珂珂, 杨秀伟. 人参茎叶化学成分的研究进展[J]. 中国现代中药, 2012, 14 (1): 47-50 [Li KK, Yang XW. Chemical constituent study progress on the stems and leaves of *Panax ginseng* [J]. *Mod Chin Med*, 2012, 14 (1): 47-50]
- 3 霍霞, 李大岩, 刘春峰. 人参叶现代研究概况[J]. 中国医药卫生, 2005, 6 (23): 36-37 [Huo X, Li DY, Liu CF. The modern study status on the leaves of *Panax ginseng* [J]. *Chin Med Hygiene*, 2005, 6 (23): 36-37]
- 4 Shi W, Wang YT, Li J, Zhang HQ, Ding L. Investigation of ginsenosides in different parts and ages of *Panax ginseng* [J]. *Food Chem*, 2007, 102 (3): 664
- 5 Nguyen MD, Ryoji K, Kazuhiro O, Aiko I, Nguyen TN, Kazuo Y,

- Osamu T. Saponins from Vietnamese ginseng, *Panax vietnamensis* Ha et Grushv. collected in central Vietnam. II [J]. *Chem Pharm Bull*, 1994, **42** (1): 115-122
- 6 Park IH, Kim NY, Han SB, Kim JM, Kwon SW, Kim HJ, Park MK, Park JH. Three new dammarane glycosides from heat processed ginseng [J]. *Arch Pharm Res*, 2002, **25** (4): 428-432
- 7 Wang JB, Zhang QW, Hong SJ, Guan J, Ye WC, Li XP, Lee MY, Wang YT. 5,6-Didehydroginsenosides from the roots of *Panax notoginseng* [J]. *Molecules*, 2010, **15**: 8169-8176
- 8 Yahara S, Kaji K, Tanaka O. Further study on dammarane type of root, leaves, flower-buds, and fruits of *Panax ginseng* C.A.Meyer [J]. *Chem Pharm Bull*, 1979, **27** (1): 88-92
- 9 蔡培列, 徐景达, 谷月卿. 吉林人参叶中人参皂苷的分离与鉴定[J]. *药学通报*, 1982, **17** (8): 500 [Cai PL, Xu JD, Gu YQ. Isolated and characterized of the ginsenosides from the leaves of *Panax notoginseng* [J]. *Chin Pharm Bull*, 1982, **17** (8): 500]
- 10 蔡培列, 徐景达, 谷月卿. 国产人参叶化学成分的研究(一) 人参皂苷的分离与鉴定[J]. *白求恩医科大学学报*, 1987, **13** (2): 110-113 [Cai PL, Xu JD, Gu YQ. The Chemical constituent of leaves of *Panax notoginseng* (one) Isolated and characterized of the ginsenoside [J]. *J Norm Beth Univ Med Sci*, 1987, **13** (2): 110-113]
- 11 蔡培列, 徐景达, 谷月卿. 国产人参叶化学成分的研究(二) 人参皂苷的分离与鉴定[J]. *白求恩医科大学学报*, 1986, **12** (1): 16-20 [Cai PL, Xu JD, Gu YQ. The chemical constituent of leaves of *Panax notoginseng* (two) Isolated and characterized of the ginsenoside [J]. *J Norm Beth Univ Med Sci*, 1986, **12** (1): 16-20]
- 12 Yahara S, Tanaka O, Komori T. Saponins of leaves of *Panax ginseng* C. A. Meyer [J]. *Chem Pharm Bull*, 1976, **24** (9): 2204-2208
- 13 窦德强, 陈英杰, 马忠泽, 翁敏华, 文晔, 裴玉萍, 王志学, 徐绥绪, 姚新生. 人参叶化学成分的研究[J]. *中国药物化学杂志*, 1996, **6** (1): 54-55 [Dou DQ, Chen YJ, Ma ZZ, Weng MH, Wen Y, Pei YP, Wang ZX, Xu SX, Yao XS. The chemical constituent of leaves of *Panax notoginseng* [J]. *Chine J Med Chem*, 1996, **6** (1): 54-55]
- 14 宫淑艳, 石春生, 孙铭远. 人参药理作用研究现状[J]. *医药导报*, 2006, **25**: 87-88 [Gong SY, Shi CS, Sun MY. Progress on pharmacological activity of *Panax notoginseng* [J]. *Heral Med*, 2006, **25**: 87-88]
- 15 程俊霖, 周黎明, 朱玲, 杨云霞, 赵妍妍, 范爱兰. 人参茎叶总皂苷对衰老小鼠的作用研究[J]. *四川生理科学杂志*, 2004, **26** (3): 97-99 [Cheng JL, Zhou LM, Zhu L, Yang YX, Zhao YY, Fan AL. Study on the anti-effect of total ginsenosides of ginseng on the skin of aging mice [J]. *Sichuan J Phys Sci*, 2004, **26** (3): 97-99]
- 16 Kitagawa I, Yoshikawa M, Yoshihara M, Hayashi T, Taniyama T. Chemical studies on crude drug precession. 1. on the constituent of Ginseng Radix Rubra (1) [J]. *Yakugaku Zasshi*, 1983, **103**: 612-622
- 17 Shin YW, Bae EA, Kim DH. Iihibitory effect of ginsenoside Rg₅ and its metabolite ginsenoside Rh₅ in an oxazolone-induced mouse chronic dermatitis model [J]. *Arch Pharm Res*, 2006, **29** (8): 685-690
- 18 Park IH, Piao LZ, Kwon SW, Lee YJ, Cho SY, Park MK, Park JH. Cytotoxic dammarane glycosides from processed ginseng [J]. *Chem Pharm Bull*, 2002, **50** (4): 538-540
- 19 Yoo HH, Park JH. Cyclooxygenase inhibitory activity of ginsenoside from heat-processed ginseng [J]. *Food Chem*, 2012, **133** (3): 998-1000
- 20 Kim TW, Joh EH, Kim B, Kim DH. Ginsenoside Rg₅ ameliorates lung inflammation in mice by inhibiting the binding of LPS to toll-like receptor-4 on macrophages [J]. *Int Immunopharmacol*, 2012, **12** (1): 110-116
- 21 张晶, 王世荣, 陈全成, Long PH, Kang JS. 人参皂苷Rg₅ (R), Rg₃ (S), Rg₅/Rk1对乙醇致小鼠记忆阻碍改善作用的影响[J]. *吉林农业大学学报*, 2006, **28** (3): 283-284 [Zhang J, Wang SR, Chen QC, Long PH, Kang JS. Effects of ginsenosides Rg₅ (R), Rg₃ (S), and Rg₅/Rk1 on memory imorovement of ethanol treated mice [J]. *J Jilin Agric Univ*, 2006, **28** (3): 283-284]