

2.4 讨论:多糖类物质极性高、难挥发、热不稳定,还具有相对分子质量分布发散的性质,其质谱表征比较困难,而MALDI-TOF-MS灵敏、快速,对杂质的包容性强、分析的质量范围大,能够对糖类尤其是非衍生化糖进行直接分析。近年来,MALDI-TOF-MS的发展已使糖类物质的分析达到一个新的水平。以MALDI-TOF-MS测定多糖聚合物的相对分子质量与传统方法的凝胶渗透色谱和黏滞法等方法相比的优点是:(1)相对分子质量的测定时不依赖于标准样品或Mark-Houwink常数;(2)它可以给出绝对分子质量,而不是相对值;(3)它是对聚合物全部分子质量分布的测定,而不是只给一个平均值;(4)每一个多聚体的相对分子质量可以测定,可获得分子结构的信息;(5)样品用量少,耗时短(15 min以内)等。

此外对相对分子质量很大的多糖样品使用单一基质时,由于基质与被分析物之间的相互作用太强而不能得到理想的质谱信号时,混合基质的使用可以弥补这一不足^[10~12]。随着分析技术的发展,MALDI-TOF-MS与HPLC、GC-MS等方法的联用以及MALDI-TOF-MS对糖类物质研究分析的不断深入,MALDI-TOF-MS对糖类的分析将取得更大的进展^[13]。

参考文献:

- [1] 郑虎占,董泽宏. 中药现代研究与应用[M]. 北京:人民卫生出版社,1997.
- [2] Zhang L N, Li X L, Xu X J, et al. Correlation between antitumor activity, molecular weight and conformation of lentinan[J]. *Carbohydr Res*, 2005, 340(8): 1515-1521.
- [3] Harvey D J, Bateman R H, Bordoli R S, et al. Ionisation and fragmentation of complex glycans with a quadrupole time-of-flight mass spectrometer fitted with a matrix-assisted laser desorption/ionisation ion source[J]. *Rapid Commun Mass Spectr*, 2000, 14(22): 2135-2142.
- [4] Karas M, Bachmann D, Bahr U, et al. Matrix-assisted ultraviolet laser desorption of non-volatile compounds[J]. *Int J Mass Spectr*, 1987, 78: 53-68.
- [5] 邓慧敏,张珍英,查庆民,等. MALDI-TOF-MS测定高聚合度葡萄糖及不同基体在测定中的作用比较[J]. 高等学校化学学报,2003,24: 996-999.
- [6] 陈海霞,高文远. 基质辅助激光解吸电离-飞行时间质谱在糖类化合物研究中的应用[J]. 质谱学报,2005,26(2): 108-114.
- [7] Danis P O, Karr D E, Simonsick W J, et al. Matrix-assisted laser desorption ionization time-of-flight mass spectrometry characterization of poly (butyl-methacrylate) synthesized by group-transfer polymerization[J]. *Macromolecules*, 1995, 28: 1229-1232.
- [8] Dey M, Castoro J A, Wilkins C L. Determination of molecular weight distributions of polymers by MALDI-FT-MS[J]. *Anal Chem*, 1995, 67(9): 1575-1579.
- [9] 宋立人,洪 恂,丁续亮,等. 现代中药学大辞典[M]. 上册. 北京:人民卫生出版社,2001.
- [10] Sottani C, Fiorentino M, Minoia C, et al. Matrix performance, in matrix-assisted laser desorption/ionization for molecular weight determination in sialyl and non-sialyl oligosaccharide proteins[J]. *Rapid Commun Mass Spectr*, 1997, 11(8): 907-913.
- [11] Roethlisberger P, Iida-Tanaka N, Hollemeyer K, et al. Unique poly (glycerophosphate) lipoteichoic acid and the glycolipids of a *Streptococcus* sp. closely related to *Streptococcus pneumoniae*[J]. *Eur J Biochem*, 2000, 267(17): 5520-5530.
- [12] Nigou J, Gilliron M, Brando T, et al. Structural definition of arabinomannans from *Mycobacterium bovis* BCG[J]. *Glycocon*, 1999, 16(6): 257-264.
- [13] Harvey D J, Naven T J, Kuster B, et al. Use of aconventional point detector to record matrix-assisted laser desorption/ionization spectra from a magnetic sector instrument[J]. *Rapid Commun Mass Spectr*, 1995, 9(15): 1556-1561.

兴安白头翁根茎的化学成分研究

孙 辉¹,李 茜¹,叶文才^{1,2*},赵守训¹,姚新生²

(1. 中国药科大学 天然药物化学教研室,江苏 南京 210009; 2. 暨南大学 中药及天然药物研究所,广东 广州 510630)

摘要:目的 研究毛茛科兴安白头翁 *Pulsatilla dahurica* 根茎的化学成分。方法 采用硅胶和Sephadex LH-20 凝胶柱色谱、高效液相制备色谱对兴安白头翁化学成分进行分离,通过理化性质和波谱方法鉴定其结构。结果 从兴安白头翁根茎中分离得到11个化合物,分别是常春藤皂苷元28-O- α -L-吡喃鼠李糖(1 $\rightarrow$ 4)- β -D-吡喃葡萄糖(1 $\rightarrow$ 6)- β -D-吡喃葡萄糖酯苷(I)、3-O- α -L-吡喃阿拉伯糖常春藤皂苷元28-O- α -L-吡喃鼠李糖(1 $\rightarrow$ 4)- β -D-吡喃葡萄糖(1 $\rightarrow$ 6)- β -D-吡喃葡萄糖酯苷(II)、ciwujianoside C₃(III)、3-O- β -D-吡喃葡萄糖(1 $\rightarrow$ 2)- α -L-吡喃阿拉伯糖常春藤皂苷元28-O- α -L-吡喃鼠李糖(1 $\rightarrow$ 4)- β -D-吡喃葡萄糖(1 $\rightarrow$ 6)- β -D-吡喃葡萄糖酯苷(IV)、3-O- β -D-吡喃葡萄糖(1 $\rightarrow$ 4)- α -L-吡喃阿拉伯糖常春藤皂苷元28-O- α -L-吡喃鼠李糖(1 $\rightarrow$ 4)- β -D-吡喃葡萄糖(1 $\rightarrow$ 6)- β -D-吡喃葡萄糖酯苷(V)、3-O- β -D-吡喃葡萄糖(1 $\rightarrow$ 2)[β -D-吡喃葡萄糖(1 $\rightarrow$ 4)]- α -L-吡喃阿拉伯糖常春藤皂苷元28-O- α -L-吡喃鼠李糖(1 $\rightarrow$ 4)- β -

D-吡喃葡萄糖(1→6)-β-D-吡喃葡萄糖酯苷(VI)、6,7-二甲氧基香豆素(VII)、5,6,7-三甲氧基香豆素(VIII)、4,7-二甲氧基-5-甲基香豆素(IX)、5,7-二甲氧基-6-羟基香豆素(X)、(4S,5R)-4-羟基-5-羟甲基-呋喃-2-酮(XI)。结论 以上化合物均为首次从该植物中分离得到。

关键词:兴安白头翁;皂苷;香豆素

中图分类号:R284.1

文献标识码:A

文章编号:0253-2670(2008)06-0819-04

兴安白头翁 *Pulsatilla dahurica* (Fisch.) Spreng. 为毛茛科白头翁属植物,主要分布于我国的东北地区,常用作中药白头翁的替代品。其根茎入药,具清热解毒、凉血止痢功效,用于治疗热毒血痢、阴痒带下、阿米巴痢疾等^[1],现代药理研究表明兴安白头翁的提取物对多种肿瘤细胞具有较强的抑制作用,但该药用植物的化学成分一直未见报道。为了研究和揭示兴安白头翁治疗疾病的物质基础,本实验对兴安白头翁的化学成分进行了研究,从兴安白头翁根茎的乙醇提取物中分离鉴定了11个化合物,通过理化性质和波谱数据,分别鉴定为:常春藤皂苷元 28-O-α-L-吡喃鼠李糖(1→4)-β-D-吡喃葡萄糖(1→6)-β-D-吡喃葡萄糖酯苷(I)、3-O-α-L-吡喃阿拉伯糖常春藤皂苷元 28-O-α-L-吡喃鼠李糖(1→4)-β-D-吡喃葡萄糖(1→6)-β-D-吡喃葡萄糖酯苷(II)、ciwujianoside C₃(III)、3-O-β-D-吡喃葡萄糖(1→2)-α-L-吡喃阿拉伯糖常春藤皂苷元 28-O-α-L-吡喃鼠李糖(1→4)-β-D-吡喃葡萄糖(1→6)-β-D-吡喃葡萄糖酯苷(IV)、3-O-β-D-吡喃葡萄糖(1→4)-α-L-吡喃阿拉伯糖常春藤皂苷元 28-O-α-L-吡喃鼠李糖(1→4)-β-D-吡喃葡萄糖(1→6)-β-D-吡喃葡萄糖酯苷(V)、3-O-β-D-吡喃葡萄糖(1→2)[β-D-吡喃葡萄糖(1→4)]-α-L-吡喃阿拉伯糖常春藤皂苷元 28-O-α-L-吡喃鼠李糖(1→4)-β-D-吡喃葡萄糖(1→6)-β-D-吡喃葡萄糖酯苷(VI)、6,7-二甲氧基香豆素(VII)、5,6,7-三甲氧基香豆素(VIII)、4,7-二甲氧基-5-甲基香豆素(IX)、5,7-二甲氧基-6-羟基香豆素(X)、(4S,5R)-4-羟基-5-羟甲基-呋喃-2-酮(XI)。以上化合物均为首次从该植物中分离得到。

1 仪器与材料

X-5 型显微熔点测定仪,Brucker AVANCE 400 型核磁共振仪,Finnigan LCQ Advantage MAX 质谱仪,柱色谱和薄层色谱用硅胶均为青岛海洋化工厂产品,试剂规格为分析纯和色谱纯。所用药材来自黑龙江省尚志县,由中国药科大学秦民坚教授鉴定为兴安白头翁 *Pulsatilla dahurica* (Fisch.) Spreng.。

2 提取与分离

兴安白头翁根茎(3.9 kg)干燥粉碎后用70%乙

醇水溶液加热回流提取3次,每次3 h,滤过,减压回收溶剂,得浸膏615 g。将浸膏混悬于水中,依次用石油醚、氯仿、正丁醇萃取,其中氯仿萃取部分22 g和正丁醇部分414 g,分别采用硅胶柱色谱分离、D101型大孔树脂柱色谱分离、制备型HPLC等方法分离,得到化合物I(90 mg)、II(85 mg)、III(8 mg)、IV(85 mg)、V(10 mg)、VI(22 mg)、VII(34 mg)、VIII(10 mg)、IX(13 mg)、X(70 mg)、XI(20 mg)。

3 结构鉴定

化合物I:白色粉末(甲醇),mp 271~273 ℃,硫酸-香草醛反应显紫红色,Molish反应阳性。ESI-MS m/z : 965 $[M+Na]^+$ 。¹H-NMR(C₅D₅N, 400 MHz)δ: 0.88, 0.90, 0.94, 1.05, 1.15, 1.19(各3H, s, 6 × CH₃), 5.44(1H, t, $J=4.8$ Hz, H-12)。¹³C-NMR数据见表1和表2。以上数据与文献报道的数据一致^[2],故鉴定化合物I为常春藤皂苷元 28-O-α-L-吡喃鼠李糖(1→4)-β-D-吡喃葡萄糖(1→6)-β-D-吡喃葡萄糖酯苷[hederagenin 28-O-α-L-rhamnopyranosyl(1→4)-β-D-glucopyranosyl(1→6)-β-D-glucopyranosyl ester]。

化合物II:白色粉末(甲醇),mp 258~261 ℃,硫酸-香草醛反应显紫红色,Molish反应阳性。ESI-MS m/z : 1 097 $[M+Na]^+$ 。¹H-NMR(C₅D₅N, 400 MHz)δ: 0.86, 0.87, 0.93, 0.97, 1.12, 1.16(各3H, s, 6 × CH₃), 5.40(1H, t, $J=5.2$ Hz, H-12)。¹³C-NMR数据见表1和表2。以上数据与文献报道的数据一致^[2],故鉴定化合物II为3-O-α-L-吡喃阿拉伯糖常春藤皂苷元 28-O-α-L-吡喃鼠李糖(1→4)-β-D-吡喃葡萄糖(1→6)-β-D-吡喃葡萄糖酯苷[3-O-α-L-arabinopyranosyl hederagenin 28-O-α-L-rhamnopyranosyl(1→4)-β-D-glucopyranosyl(1→6)-β-D-glucopyranosyl ester]。

化合物III:白色粉末(甲醇),mp 220~222 ℃,硫酸-香草醛反应显紫红色,Molish反应阳性。ESI-MS m/z : 1 081 $[M+Na]^+$ 。¹H-NMR(C₅D₅N, 400 MHz)δ: 0.86(9H, s, 3 × CH₃), 0.95, 1.01, 1.13, 1.14(各3H, s, 4 × CH₃), 5.40(1H, t, $J=5.3$ Hz, H-12)。¹³C-NMR数据见表1和表2。以上数据与文献报道的数据一致^[3],故鉴定化合物III为

ciwujianoside C₃。

化合物Ⅳ：白色粉末(甲醇)，mp 227~229 ℃，硫酸-香草醛反应显紫红色，Molish 反应阳性。ESI-MS m/z : 1 259[M+Na]⁺。 ¹H-NMR (C₅D₅N, 400 MHz)δ: 0.86, 0.87, 0.93, 1.03, 1.11, 1.14 (各 3H, s, 6 × CH₃), 5.45 (1H, t, J = 5.1 Hz, H-12)。 ¹³C-NMR 数据见表1 和表2。以上数据与文献报道的数据一致^[2]，故鉴定化合物Ⅳ为 3-*O*-β-*D*-吡喃葡萄糖(1→2)-α-*L*-吡喃阿拉伯糖常春藤皂苷元 28-*O*-α-*L*-吡喃鼠李糖(1→4)-β-*D*-吡喃葡萄糖(1→6)-β-*D*-吡喃葡萄糖酯苷[3-*O*-β-*D*-glucopyranosyl (1→2)-α-*L*-arabinopyranosyl hederagenin 28-*O*-α-*L*-rhamnopyranosyl (1→4)-β-*D*-glucopyranosyl (1→6)-β-*D*-glucopyranosyl ester]。

表1 化合物Ⅰ~Ⅵ的苷元部分¹³C-NMR数据(C₅D₅N, δ)

Table 1 ¹³C-NMR Data of aglycone parts of compounds I - VI (C₅D₅N, δ)

碳位	I	II	III	IV	V	VI
1	38.5	38.7	38.8	38.7	38.5	38.6
2	27.4	26.0	26.6	25.9	25.8	26.0
3	73.3	81.8	88.7	82.1	81.9	82.0
4	42.6	43.4	39.5	43.4	43.2	43.4
5	48.5	47.5	55.9	47.8	47.4	47.7
6	18.3	18.1	18.5	17.5	18.2	18.1
7	32.7	32.7	33.1	32.5	32.3	32.7
8	39.5	39.8	39.9	39.8	39.7	39.8
9	47.9	48.1	48.0	48.1	47.9	48.1
10	37.0	36.9	37.0	36.8	36.7	36.8
11	23.4	23.3	23.3	23.8	23.1	23.2
12	122.8	122.8	122.8	122.9	122.7	122.9
13	144.1	144.0	144.1	144.0	143.9	144.1
14	41.9	41.6	42.1	41.6	41.9	41.6
15	28.1	28.2	28.2	28.2	28.0	28.2
16	23.6	23.8	23.8	23.8	23.6	23.8
17	46.4	46.9	47.0	46.9	45.9	46.9
18	41.8	42.0	41.7	42.0	41.4	42.0
19	46.4	46.1	46.2	46.1	46.8	46.1
20	30.7	30.7	30.7	30.7	30.5	30.7
21	34.0	33.9	34.0	33.9	33.7	33.9
22	32.7	32.4	32.5	32.5	32.5	32.4
23	67.8	64.4	28.2	64.9	64.3	64.4
24	12.8	13.5	16.9	13.3	13.3	13.3
25	15.7	16.1	15.6	16.1	16.0	16.1
26	17.2	17.5	17.5	17.5	17.3	17.5
27	25.9	26.0	26.0	25.9	25.8	26.0
28	176.5	176.4	176.4	176.4	176.3	176.5
29	33.0	33.0	33.1	33.0	32.6	33.0
30	23.5	23.6	23.7	23.5	23.4	23.0

化合物Ⅴ：白色粉末(甲醇)，mp 260~262 ℃，硫酸-香草醛反应显紫红色，Molish 反应阳性。ESI-MS m/z : 1 259[M+Na]⁺。 ¹H-NMR (C₅D₅N, 400 MHz)δ: 0.86, 0.87, 0.92, 0.98, 1.11, 1.16 (各 3H,

s, 6 × CH₃), 5.40 (1H, t, J = 5.1 Hz, H-12)。

¹³C-NMR 数据见表1 和表2。以上数据与文献报道的数据一致^[2]，故鉴定化合物Ⅴ为 3-*O*-β-*D*-吡喃葡萄糖(1→4)-α-*L*-吡喃阿拉伯糖常春藤皂苷元 28-*O*-α-*L*-吡喃鼠李糖(1→4)-β-*D*-吡喃葡萄糖(1→6)-β-*D*-吡喃葡萄糖酯苷[3-*O*-β-*D*-glucopyranosyl (1→4)-α-*L*-arabinopyranosyl hederagenin 28-*O*-α-*L*-rhamnopyranosyl (1→4)-β-*D*-glucopyranosyl (1→6)-β-*D*-glucopyranosyl ester]。

表2 化合物Ⅰ~Ⅵ糖部分的¹³C-NMR光谱数据(C₅D₅N, δ)

Table 2 ¹³C-NMR Data of sugar moieties of compounds I - VI (C₅D₅N, δ)

	碳位	I	II	III	IV	V	VI
C-3							
ara	1		106.6	107.4	103.8	106.6	103.5
	2		74.7	72.9	81.3	73.6	81.0
	3		73.0	74.6	73.6	74.4	72.7
	4		69.6	69.5	68.2	79.5	77.1
	5		64.8	66.6	64.8	66.1	64.4
glc	1				105.9	106.1	105.7
	2				73.9	75.5	76.0
	3				78.7	78.2	78.3
	4				71.3	71.1	71.3
	5				78.1	78.1	78.1
	6				62.4	62.3	62.4
glc'	1'						105.6
	2'						75.6
	3'						78.1
	4'						71.3
	5'						78.1
	6'						62.5
C-28							
glc''	1''	95.6	95.5	95.6	95.5	95.4	95.5
	2''	73.8	73.8	73.8	73.8	73.7	73.8
	3''	78.6	78.1	78.7	78.2	78.4	78.1
	4''	70.7	70.8	70.9	70.8	70.6	71.3
	5''	77.9	78.0	78.0	78.0	76.9	78.0
	6''	69.1	69.1	69.2	69.1	68.9	69.1
glc'''	1'''	104.7	104.8	104.8	104.8	104.6	104.8
	2'''	75.2	75.3	75.3	75.3	75.1	75.3
	3'''	76.4	76.4	76.5	76.2	76.3	76.4
	4'''	78.2	78.7	78.3	78.1	78.5	78.6
	5'''	77.0	77.1	77.1	77.1	77.8	77.1
	6'''	61.2	61.2	61.3	61.2	61.1	61.2
rha	1	102.7	102.7	102.6	102.7	102.5	102.7
	2	72.5	72.5	72.5	72.5	72.5	72.5
	3	72.7	72.7	72.7	72.7	72.3	72.7
	4	73.3	73.9	73.8	73.7	73.5	73.9
	5	70.2	70.2	70.3	70.2	70.1	70.2
	6	18.3	18.5	18.5	18.5	17.9	18.5

化合物Ⅵ：白色粉末(甲醇)，mp 250~252 ℃，硫酸-香草醛反应显紫红色，Molish 反应阳性。ESI-MS m/z : 1 421[M+Na]⁺。 ¹H-NMR (C₅D₅N, 400 MHz)δ: 0.86, 0.87, 0.97, 1.01, 1.11, 1.14 (3H, s,

6×CH₃), 5.40(1H, t, $J=4.9$ Hz, H-12)。¹³C-NMR 数据见表1和表2。以上数据与文献报道的数据一致^[2], 故鉴定化合物Ⅵ为3-*O*-β-*D*-吡喃葡萄糖(1→2)[β-*D*-吡喃葡萄糖(1→4)]-α-*L*-吡喃阿拉伯糖常春藤皂苷元28-*O*-α-*L*-吡喃鼠李糖(1→4)-β-*D*-吡喃葡萄糖(1→6)-β-*D*-吡喃葡萄糖酯苷[3-*O*-β-*D*-glucopyranosyl(1→2)[β-*D*-glucopyranosyl(1→4)]-α-*L*-arabinopyranosyl hederagenin 28-*O*-α-*L*-rhamnopyranosyl(1→4)-β-*D*-glucopyranosyl(1→6)-β-*D*-glucopyranosyl ester]。

化合物Ⅶ: 白色针晶(醋酸乙酯), mp 140~142 °C, 紫外灯下254和365 nm处有亮蓝色荧光。ESI-MS m/z : 229[M+Na]⁺。¹H-NMR(CDCl₃, 400 MHz)δ: 3.92, 3.95(各3H, s, 2×OCH₃), 6.29(1H, d, $J=9.3$ Hz, H-3), 6.84(1H, s, H-8), 6.85(1H, s, H-5), 7.60(1H, d, $J=9.3$ Hz, H-4)。以上数据与文献报道的6,7-二甲氧基香豆素一致^[4], 故鉴定化合物Ⅶ为6,7-二甲氧基香豆素(6,7-dimethoxycoumarin)。

化合物Ⅷ: 白色针晶(醋酸乙酯), mp 180~182 °C, 紫外灯下254和365 nm处有亮蓝色荧光。ESI-MS m/z : 259[M+Na]⁺。¹H-NMR(CDCl₃, 400 MHz)δ: 3.85, 3.92, 4.02(各3H, s, 3×OCH₃), 6.23(1H, d, $J=9.3$ Hz, H-3), 6.61(1H, s, H-8), 7.92(1H, d, $J=9.3$ Hz, H-4)。以上数据与文献报道的5,6,7-三甲氧基香豆素一致^[5], 故鉴定化合物Ⅷ为5,6,7-三甲氧基香豆素(5,6,7-trimethoxycoumarin)。

化合物Ⅸ: 白色针晶(醋酸乙酯), mp 195~197 °C, 紫外灯下254和365 nm处有亮蓝色荧光。ESI-MS m/z : 243[M+Na]⁺。¹H-NMR(CDCl₃, 400 MHz)δ: 2.61(3H, s, CH₃), 3.87, 3.93(各3H, s, 2×OCH₃), 5.53(1H, s, H-3), 6.61(1H, d, $J=1.8$ Hz, H-8), 6.66(1H, d, $J=1.8$ Hz, H-6)。以上数据与文献报道的4,7-二甲氧基-5-甲基香豆素一致^[6], 故鉴定化合物Ⅸ为4,7-二甲氧基-5-甲基香豆素(4,7-dimethoxy-5-methylcoumarin)。

化合物X: 白色针晶(醋酸乙酯), mp 202~204 °C, 紫外灯下254和365 nm处有亮蓝色荧光。ESI-MS m/z : 245[M+Na]⁺。¹H-NMR(DMSO-d₆, 400 MHz)δ: 3.83, 3.84(各3H, s, 2×OCH₃), 6.25(1H, d, $J=9.3$ Hz, H-3), 7.04(1H, s, H-5), 7.90(1H, d, $J=9.3$ Hz, H-4)。以上数据与文献报道的5,7-二甲氧基-6-羟基香豆素一致^[7], 故鉴定化合物X为5,7-二甲氧基-6-羟基香豆素(5,7-dimethoxy-6-hydroxycoumarin)。

化合物XI: 淡黄色油状物(甲醇), 硫酸-香草醛反应显紫红色。¹H-NMR(CD₃OD, 400 MHz)δ: 2.39, 2.92(2H, dd, $J=17.7, 2.4$ Hz, H-3), 3.71(1H, dd, $J=9.0, 3.6$ Hz, H-4), 3.78(1H, dd, $J=9.0, 3.6$ Hz, H-5), 4.37~4.39, 4.43~4.46(2H, m, H-1)。¹³C-NMR(CD₃OD, 100 MHz)δ: 39.1(C-3), 69.6(C-4), 90.1(C-5), 62.5(C-1), 178.6(C-2)。以上数据与文献报道的(4*S*, 5*R*)-4-羟基-5-羟甲基-呋喃-2-酮一致^[8], 故鉴定化合物XI为(4*S*, 5*R*)-4-羟基-5-羟甲基-呋喃-2-酮[(4*S*, 5*R*)-4-hydroxy-5-hydroxymethyl-furan-2-one]。

参考文献:

- [1] 江苏新医学院. 中药大辞典[M]. 上海: 上海科学技术出版社, 1977.
- [2] Li X C, Wang D Z, Wu S G, et al. Triterpene saponins from *Pulsatilla campanella* [J]. *Phytochemistry*, 1990, 29(2): 595.
- [3] 鞠建华, 刘东, 林耕, 等. 中国特有药用植物铁破锣中的新皂苷类成分[J]. 植物学报, 2001, 43(9): 983-987.
- [4] 尹锋, 楼凤昌. 佛手化学成分的研究[J]. 中国药理学杂志, 2004, 39(1): 20-21.
- [5] Oliver K, Herbert K. Highly oxygenated coumarins from *Pelargonium sidoides* [J]. *Phytochemistry*, 1995, 39(5): 1181-1185.
- [6] 漆淑华, 吴大刚, 马云保, 等. 毛叶楠臭椿的化学成分[J]. 中草药, 2003, 34(7): 590-592.
- [7] Bilia A R, Cecchini C, Marsili A, et al. Coumarins and other constituents of *Prunus prostrata* [J]. *J Nat Prod*, 1993, 56(12): 2142-2148.
- [8] Mauricio C F, Ana Lucia M N, Lucia M X L. Tetrahydroisoquinoline alkaloids and 2-deoxyribonolactones from *Arisarctochia arcuata* [J]. *Phytochemistry*, 2003, 62(8): 1265-1270.

兴安白头翁根茎的化学成分研究

作者：[孙辉](#)，[李茜](#)，[叶文才](#)，[赵守训](#)，[姚新生](#)
作者单位：[孙辉, 李茜, 赵守训 \(中国药科大学, 天然药物化学教研室, 江苏, 南京, 210009\)](#)，[叶文才 \(中国药科大学, 天然药物化学教研室, 江苏, 南京, 210009; 暨南大学, 中药及天然药物研究所, 广东, 广州, 510630\)](#)，[姚新生 \(暨南大学, 中药及天然药物研究所, 广东, 广州, 510630\)](#)
刊名：[中草药](#) **ISTIC** **PKU**
英文刊名：[CHINESE TRADITIONAL AND HERBAL DRUGS](#)
年，卷(期)：2008, 39 (6)
被引用次数：2次

参考文献(8条)

1. [江苏新医学院](#) [中药大辞典](#) 1977
2. [Li X C;Wang D Z;Wu S G](#) [Triterpene saponins from Pulsatilla campanella](#)[外文期刊] 1990 (02)
3. [鞠建华;刘东;林耕](#) [中国特有药用植物铁铤中的新皂苷类成分](#)[期刊论文]-[植物学报](#) 2001 (09)
4. [尹锋;楼凤昌](#) [佛手化学成分的研究](#)[期刊论文]-[中国药学杂志](#) 2004 (01)
5. [Oliver K;Herbert K](#) [Highly oxygenated coumarins from Pelargonium sidoides](#)[外文期刊] 1995 (05)
6. [漆淑华;吴大刚;马云保](#) [毛叶楠臭椿的化学成分](#)[期刊论文]-[中草药](#) 2003 (07)
7. [Bilia A R;Cecchini C;Marsili A](#) [Commairins and other constituents of Prunus prostrata](#)[外文期刊] 1993 (12)
8. [Mauricio C F;Ana Lucia M N;Lucia M X L](#) [Tetrahydroisoquinoline alkaloids and 2-deoxyribonolactones from Arisrolochia arcuata](#)[外文期刊] 2003 (08)

本文读者也读过(10条)

1. [张庆文](#). [叶文才](#). [车镇涛](#). [赵守训](#). [ZHANG Qing-wen](#). [YE Wen-cai](#). [CHE Chun-tao](#). [ZHAO Shou-xun](#) [朝鲜白头翁的三萜皂苷成分研究](#)[期刊论文]-[药学学报](#)2000, 35 (10)
2. [付云明](#). [陈虹](#). [刘岱琳](#). [张忠敏](#) [朝鲜白头翁化学成分的研究](#)[期刊论文]-[中草药](#)2008, 39 (1)
3. [张成义](#). [唐丽莉](#). [孙晶波](#). [王春梅](#). [邵世和](#) [白头翁总苷平喘作用的试验研究](#)[期刊论文]-[中国老年学杂志](#) 2009, 29 (2)
4. [张晓琦](#). [石宝俊](#). [李药兰](#). [栗原博](#). [叶文才](#). [ZHANG Xiao-qi](#). [SHI Bao-jun](#). [LI Yao-lan](#). [KURIHARA Hiro-shi](#). [YE Wen-cai](#) [白头翁地上部分的化学成分研究](#)[期刊论文]-[中草药](#)2008, 39 (5)
5. [金银子](#). [金东淳](#). [吕惠子](#) [吉林延边地区白头翁的RAPD分析](#)[期刊论文]-[江苏农业科学](#)2010 (3)
6. [时维静](#). [胡跃进](#). [王海侠](#). [谭志静](#) [不同来源白头翁药材的皂苷含量比较](#)[期刊论文]-[中国中医药信息杂志](#) 2008, 15 (8)
7. [王伟](#). [李红捷](#). [鱼红闪](#). [金凤燮](#) [白头翁皂苷及次生物的研究](#)[期刊论文]-[安徽农业科学](#)2007, 35 (28)
8. [杨宇](#). [王东明](#). [金凤燮](#). [鱼红闪](#). [YANG Yu](#). [WANG Dong-ming](#). [JIN Feng-xie](#). [YU Hong-shan](#) [白头翁皂苷糖苷酶的纯化及其酶学性质](#)[期刊论文]-[大连工业大学学报](#)2009, 28 (6)
9. [冯果](#). [刘文](#). [刘梦莹](#). [宋信莉](#). [林昶](#). [黄何松](#) [HPLC测定白头翁药材中白头翁皂苷B4的含量](#)[期刊论文]-[中国民族民间医药杂志](#)2007, 89 (6)
10. [王瑞海](#). [柏冬](#). [刘丽梅](#). [Wang Rui-hai](#). [Bai Dong](#). [Liu Li-mei](#) [HPLC-ELSD检测白头翁饮片中白头翁皂苷B4的含量](#)[期刊论文]-[吉林中医药](#)2010, 30 (8)

引证文献(2条)

1. [王方方](#). [汪冶](#) [半边莲中的3个香豆素化合物](#)[期刊论文]-[山地农业生物学报](#) 2012 (1)

2. 王非, 张丽梅, 张丹, 于晓梅, 宋红 几种处理对两种白头翁种子萌发的影响[期刊论文]-北方园艺 2013(2)

本文链接: http://d.g.wanfangdata.com.cn/Periodical_zcy200806007.aspx