

文章编号:1005 - 0108(2008)02 - 0142 - 05

蜜炙黄芪的化学成分研究

刘 巍,王志成,梁菲菲,李 铄,王金辉

(沈阳药科大学 中药学院,辽宁 沈阳 110016)

摘 要:目的 研究蜜炙黄芪的化学成分。方法 采用大孔吸附树脂柱色谱、硅胶柱色谱、制备薄层色谱、重结晶、凝胶柱色谱、HPLC 制备柱色谱等手段,以体积分数 70%乙醇提取,从蜜炙黄芪中分离得到 7 个化合物;利用理化性质和波谱学分析鉴定它们的化学结构。**结果与结论** 分离鉴定了 7 个皂苷类化合物,分别为大豆皂苷 甲酯(1)、黄芪皂苷 (2)、黄芪皂苷 (3)、异黄芪皂苷 (4)、异黄芪皂苷 (5)、黄芪皂苷 (6)、-胡萝卜苷(7)。化合物 1 为首次从该种植物中分离得到的已知化合物。

关键词:蜜炙黄芪;结构鉴定;柱色谱;波谱分析

中图分类号:R284 文献标志码:A

Chemical constituents of processed *Astragalus membranaceus* Bunge

LIU Wei, WANG Zhi-cheng, LIANG Fei-fei, LI Xian, WANG Jin-hui

(School of Traditional Chinese Materia Medica, Shenyang Pharmaceutical University, Shenyang 110016, China)

Abstract: **Aim** To study the chemical constituents of processed *Astragalus membranaceus*. **Methods** Seven compounds from the 70% ethanol extracts were isolated by macroporous resin, silica gel, preparative TLC, recrystallization, sephadex LH-20, preparative HPLC, etc., and their structures were identified by the spectral analysis and chemical properties. **Results and conclusion** Seven compounds were isolated and identified as soyasaponin methyl ester (1), astragaloside (2), astragaloside (3), isoastragaloside (4), isoastragaloside (5), astragaloside (6), -sitosterol (7).

Key words: processed *Astragalus membranaceus*; structural identification; column chromatography; spectroscopy analysis

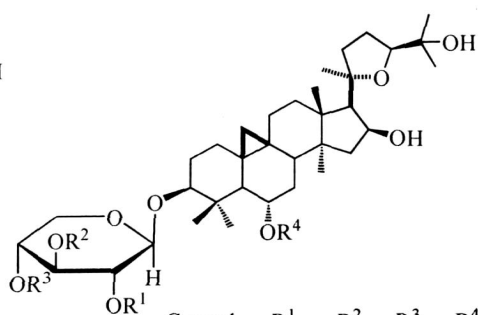
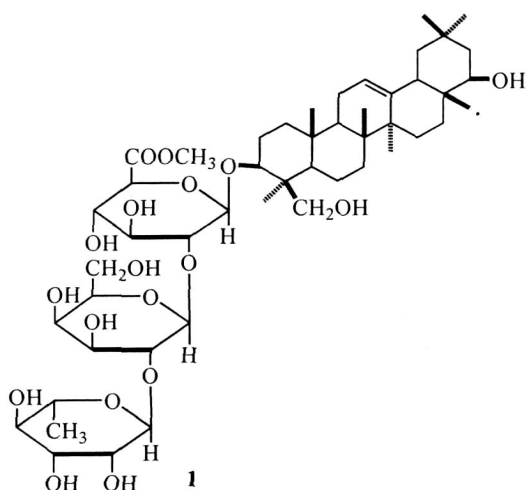
黄芪是一种常用中药,味甘、性温。生品黄芪主要用于益卫固表、利水消肿、托毒生肌,而蜜炙黄芪具有润燥、补中益气的作用。现代药理学研究表明,黄芪总皂苷对脑血管系统和血液流变性均有影响^[1-4],黄芪皂苷可通过扩张血管达到降压目的,并通过改善心肌收缩舒张功能、增加冠脉流量对心功能起到保护作用。为深入探讨蜜炙黄

芪的有效成分,作者对其化学成分做进一步研究,共分离得到 7 个皂苷类化合物,利用理化性质和波谱学分析,鉴定它们的化学结构为:大豆皂苷甲酯(1)、黄芪皂苷 (2)、黄芪皂苷 (3)、异黄芪皂苷 (4)、异黄芪皂苷 (5)、黄芪皂苷 (6)、-胡萝卜苷(7)。化合物 1 为首次从该种植物中分离得到的已知化合物。

收稿日期:2007 - 07 - 18

基金项目:新世纪优秀人才支持计划项目(NCET-04-0289)

作者简介:刘巍(1981 -),男(满族),吉林通化人,硕士研究生,E-mail:liuwei07168@sina.com;王金辉(1972 -),男(汉族),吉林通化人,教授,博士生导师,主要从事天然产物化学研究,Tel:(024) 23986479,E-mail:wjh.1972@yahoo.com.cn。



Compd.	R ¹	R ²	R ³	R ⁴
2	Ac	Ac	H	Glc
3	Ac	H	Ac	Glc
4	Ac	H	H	Glc
5	H	Ac	H	Glc
6	Glc	H	H	H

1 仪器与试剂

所用仪器为 Bruker ARX - 300 型和 Bruker AV - 600 型核磁共振仪(瑞士, TMS 为内标); 日本 Yanaco MP - S3 型显微熔点测定仪(温度未校正); FL9500 系统(UV 检测器) HPLC 仪。

HPD100 型大孔吸附树脂由河北沧州宝恩化工有限公司生产; Sephadex LH - 20 为 Pharmacia 产品; 薄层色谱硅胶 GF₂₅₄ (10 ~ 40 μm) 和柱色谱硅胶 H (50 ~ 71 μm) 均为青岛海洋化工有限公司生产; 氘代试剂为中国科学院武汉波谱公司生产; 氯仿、甲醇等化学试剂均为分析级。黄芪购于北京市, 并由中国药材总公司任玉珍教授鉴定原植物为豆科黄芪属植物膜荚黄芪 (*Astragalus membranaceus* Bunge) 的干燥根。

2 提取分离

蜜炙黄芪 5 kg 以体积分数为 70 % 的乙醇分别按 8 倍体积和 6 倍体积提取 2 次, 每次 2 h, 回流浓缩, 加热挥发至无醇。将水溶液稀释到 10 L, 经过 HPD100 型大孔吸附树脂柱, 用蒸馏水洗至无色。树脂柱继续以体积分数 80 % 乙醇 50 L 冲洗, 浓缩得总浸膏。将总浸膏溶成 10 L 水溶液, 依次用等体积的氯仿、乙酸乙酯、正丁醇萃取, 分别得萃取物 13.2 g、10.5 g 和 23.1 g。正丁醇层进行硅胶柱色谱、制备薄层色谱、重结晶、凝胶柱色谱、制备 HPLC, 得到化合物 1 (15 mg)、2 (17 mg)、3 (24 mg)、4 (21 mg)、5 (10 mg)、6 (26 mg)、7 (12 mg)。

3 结构鉴定

化合物 1: 白色粉末, 无暗斑, 无荧光, 遇体积分数 10 % 硫酸乙醇溶液显紫红色, Molish 反应和 Liebermann-Burchard 反应均为阳性, 提示可能为三萜皂苷类化合物。¹H-NMR 谱中, δ: 0.76、0.84、0.86、0.94、1.01、1.11、1.18 为 7 个高场角甲基信号; δ: 1.19 (3H, d, *J* = 7.2 Hz)、3.73 (3H, s) 为一组甲氧基质子信号; 5.14 (1H, br s) 为鼠李糖端基质子信号; δ: 4.78 (1H, d, *J* = 7.8 Hz)、4.31 (1H, d, *J* = 7.2 Hz) 为另外 2 个糖端基质子信号。¹³C-NMR 谱给出 49 个碳信号, δ: 123.4 (C-12)、144.8 (C-13) 为烯碳特征信号, 推测该化合物为齐墩果-12-烯三萜皂苷类; 苷元部分的碳谱数据与文献[5]中大豆皂苷元 B 基本一致, 3 位向低场位移 12.4, 因此推测苷元 3 位成苷。δ: 105.2、102.2、101.3 为 3 个糖端基碳信号, 170.6 为 1 个羰基碳信号, 结合其他连氧碳信号, 推测分子中存在 1 个鼠李糖、1 个半乳糖和 1 个葡萄糖醛酸。由于葡萄糖 2 位碳信号向低场位移至 77.2, 半乳糖 2 位碳信号向低场位移至 77.7, 推测葡萄糖 2 位和半乳糖 2 位成苷。由葡萄糖 6 位羰基碳信号向高场位移至 170.0, 推测分子的 6 位成甲酯。经 TLC 共薄层检测和 HPLC 混合进样得出化合物 1 与 soyasaponin methyl ester 标准品色谱行为一致。将化合物碳谱数据与文献[5]对照(数据见表 1), 确定化合物 1 为 soyasaponin methyl ester。经文献系统调研, 化合物 1 为首次从该植物中分离得到。

Table 1 ^{13}C -NMR spectral data of compound 1(75 MHz, in CDCl_3)

Position	Soyasapogenol B	Soyasaponin	Compound 1	Position	Soyasaponin	Compound 1
1	38.4	38.4	38.4	3- Gc		
2	25.9	25.9	25.9	1	105.2	105.3
3	80.9	91.3	93.3	2	77.7	77.9
4	42.0	42.0	42.1	3	76.1	76.3
5	55.8	57.1	57.2	4	72.0	72.5
6	18.4	18.4	18.3	5	77.0	76.8
7	33.1	33.1	33.0	6	170.6	170.0
8	39.7	39.7	39.6	2 - Gal		
9	47.7	47.4	47.1	1	101.7	101.7
10	37.4	37.4	37.3	2	77.2	77.5
11	23.7	23.5	23.0	3	73.9	74.3
12	122.3	122.3	123.4	4	69.2	71.0
13	143.9	144.7	144.8	5	77.2	76.8
14	42.8	42.9	43.2	6	61.2	61.7
15	28.2	28.2	29.4	2 - Rham		
16	27.6	27.6	26.9	1'''	102.2	102.0
17	36.6	36.6	36.1	2'''	71.6	72.1
18	44.7	44.5	44.3	3'''	73.0	72.5
19	46.1	46.1	46.2	4'''	73.9	73.3
20	30.5	30.5	30.7	5'''	69.2	69.2
21	41.5	41.5	41.2	6'''	18.3	18.7
22	76.6	75.5	76.1	Me		53.6
23	22.4	21.4	20.7			
24	64.5	63.5	64.1			
25	16.1	16.1	16.7			
26	16.8	17.2	17.9			
27	25.4	25.4	24.8			
28	28.2	28.9	29.6			
29	32.8	32.1	31.5			
30	20.0	20.0	19.3			

化合物 2: 白色粉末, Molish 反应阳性, Liebermann-Burchard 反应亦为阳性, 遇体积分数 10% 硫酸乙醇溶液显紫红色, 推测此化合物为三萜皂苷类。 $^1\text{H-NMR}$ 谱中, δ : 0.72 (3H, s)、1.06 (3H, s)、1.09 (6H, br s)、1.21 (3H, s)、1.38 (3H, s)、1.46 (3H, s) 为 7 个高场角甲基信号; δ : 0.19 (1H, d, $J = 4.1$ Hz)、0.51 (1H, d, $J = 4.1$ Hz) 为环阿尔廷型三萜皂苷 19 位 2 个特征氢信号。 $^{13}\text{C-NMR}$ 谱显示 δ : 87.0 (C-20)、81.4 (C-24), 推测分子中存在 1 个四氢呋喃侧链, 结合其他碳信号, 推测分子中存在环黄芪醇^[6]的结构单元; 根据 δ : 73.1 (C-16) 推测分子中存在 1 个 16-OH。 $^1\text{H-NMR}$ 谱给出糖端基质子信号 δ : 4.61 (1H, d, $J = 7.8$ Hz)、4.72 (1H, d, $J = 7.8$ Hz), 结合 $^{13}\text{C-NMR}$ 谱中 2 个糖端基碳信号 δ : 105.0、103.8 及

其他连氧碳信号, 推测分子中存在 1 个葡萄糖和 1 个木糖。由于 $^{13}\text{C-NMR}$ 谱中 3 位向低场位移至 88.9, 6 位向低场位移至 79.1, 同时 5、7 位分别向高场位移至 52.2 和 34.6, 推测该化合物苷元在 3、6 位成苷。 $^{13}\text{C-NMR}$ 谱在最低场给出 2 个羰基信号 169.6 和 170.3, 木糖部分 C-2 和 C-3 分别向低场位移至 73.3 和 77.0, 推测分子的 2 位和 3 位被酰化。经 TLC 共薄层和 HPLC 混合进样得出该化合物与黄芪皂苷 标准品色谱行为一致。 $^1\text{H-NMR}$ 、 $^{13}\text{C-NMR}$ 数据与文献^[6]报道的黄芪皂苷 数据基本一致, 因此可确定化合物 2 为黄芪皂苷 (astragaloside)。

化合物 3: 白色粉末, Molish 反应阳性, Liebermann-Burchard 反应亦为阳性, 遇体积分数 10% 硫酸乙醇溶液显紫红色, 推测此化合物为三

萜皂苷类。 $^1\text{H-NMR}$ 谱中, δ : 0.93 (3H, s)、1.25 (3H, s)、1.29 (6H, br s)、1.40 (3H, s)、1.57 (3H, s)、1.78 (3H, s) 为 7 个高场角甲基信号; δ : 0.19 (1H, d, $J = 3.9$ Hz)、0.54 (1H, d, $J = 3.9$ Hz) 为环阿尔廷型三萜皂苷 19 位 2 个特征氢信号。 $^{13}\text{C-NMR}$ 谱显示 δ : 87.3 (C-20)、81.8 (C-24), 推测分子中存在 1 个四氢呋喃侧链, 结合其他碳信号, 推测分子中存在环黄芪醇^[6]的结构单元; 根据 δ : 73.4 (C-16), 推测分子中存在 1 个 16 -OH。 $^1\text{H-NMR}$ 谱给出糖端基质子信号 δ : 4.78 (1H, d, $J = 7.8$ Hz)、4.90 (1H, d, $J = 7.5$ Hz), 结合 $^{13}\text{C-NMR}$ 谱中 2 个糖端基碳信号 δ : 105.3、104.4 及其他连氧碳信号, 推测分子中存在 1 个葡萄糖和 1 个木糖。由于 $^{13}\text{C-NMR}$ 谱中 3 位向低场位移至 δ : 89.1, 6 位向低场位移至 δ : 79.4, 同时 5、7 位分别向高场位移至 δ : 52.5 和 δ : 34.9, 推测该化合物苷元在 3、6 位成苷。 $^{13}\text{C-NMR}$ 谱在最低场给出 2 个羰基信号 δ : 170.0、170.4, 木糖部分 C-2 和 C-4 分别向低场位移至 δ : 75.7 和 δ : 72.8, 推测分子的 2 位和 4 位被酰化。 $^1\text{H-NMR}$ 、 $^{13}\text{C-NMR}$ 数据与文献[6]报道的异黄芪皂苷数据基本一致, 因此可确定化合物 3 为异黄芪皂苷 (isoastragaloside)。

化合物 4: 白色粉末, Molish 反应阳性, Liebermann-Burchard 反应亦为阳性, 遇体积分数 10% 硫酸乙醇溶液显紫红色, 推测此化合物为三萜皂苷类。 $^1\text{H-NMR}$ 谱中, δ : 0.94 (3H, s)、1.28 (3H, s)、1.29 (6H, br s)、1.40 (3H, s)、1.57 (3H, s)、1.80 (3H, s) 为 7 个高场角甲基信号; δ : 0.19 (1H, d, $J = 3.9$ Hz)、0.55 (1H, d, $J = 3.9$ Hz) 为环阿尔廷型三萜皂苷 19 位 2 个特征氢信号。 $^{13}\text{C-NMR}$ 谱显示 δ : 87.3 (C-20)、81.7 (C-24), 推测分子中存在 1 个四氢呋喃侧链, 结合其他碳信号, 推测分子中存在环黄芪醇^[6]的结构单元; 根据 δ : 73.4 (C-16), 推测分子中存在 1 个 16 -OH。 $^1\text{H-NMR}$ 谱给出糖端基质子信号 δ : 4.78 (1H, d, $J = 8.1$ Hz)、4.92 (1H, d, $J = 8.1$ Hz), 结合 $^{13}\text{C-NMR}$ 谱中 2 个糖端基碳信号 δ : 105.3、104.8 及其他连氧碳信号, 推测分子中存在 1 个葡萄糖和 1 个木糖。由于 $^{13}\text{C-NMR}$ 谱中 3 位向低场位移至 δ : 89.0, 6 位向低场位移至 δ : 79.3, 同时 5、7 位分别向高场位移至 δ : 52.6 和 δ : 34.8, 说明该化合物苷元在 3、6 位成苷。 $^{13}\text{C-NMR}$ 谱在最低场给出 1 个羰基信号 δ : 170.1, 木糖部分 C-2 向低场位移至 δ : 76.3, 推测分子的 2 位被酰化。 $^1\text{H-NMR}$ 、 $^{13}\text{C-NMR}$ 数据与文献[6]报道的黄芪皂苷数据基本一致, 因此可确定化合物 4 为黄芪皂苷 (astragaloside)。

数据基本一致, 因此可确定化合物 4 为黄芪皂苷 (astragaloside)。

化合物 5: 白色粉末, Molish 反应阳性, Liebermann-Burchard 反应亦为阳性, 遇体积分数 10% 硫酸乙醇溶液显紫红色, 推测此化合物为三萜皂苷类。 $^1\text{H-NMR}$ 谱中, δ : 0.95 (3H, s)、1.29 (3H, s)、1.31 (6H, br s)、1.41 (3H, s)、1.57 (3H, s)、1.96 (3H, s) 为 7 个高场角甲基信号; δ : 0.22 (1H, d, $J = 4.1$ Hz)、0.58 (1H, d, $J = 4.1$ Hz) 为环阿尔廷型三萜皂苷 19 位 2 个特征氢信号。 $^{13}\text{C-NMR}$ 谱显示 δ : 87.3 (C-20)、81.7 (C-24), 推测分子中存在 1 个四氢呋喃侧链, 结合其他碳信号, 推测分子中存在环黄芪醇^[6]的结构单元; 根据 δ : 73.4 (C-16), 推测分子中存在 1 个 16 -OH。 $^1\text{H-NMR}$ 谱给出糖端基质子信号 δ : 4.82 (1H, d, $J = 7.2$ Hz)、4.87 (1H, d, $J = 7.5$ Hz), 结合 $^{13}\text{C-NMR}$ 谱中糖端基碳信号 δ : 107.3、105.3 及其他连氧碳信号, 推测分子中存在 1 个葡萄糖和 1 个木糖。由于 $^{13}\text{C-NMR}$ 谱中 3 位向低场位移至 δ : 89.0, 6 位向低场位移至 δ : 79.3, 同时 5、7 位分别向高场位移至 δ : 52.6 和 δ : 34.8, 说明该化合物苷元在 3、6 位成苷。 $^{13}\text{C-NMR}$ 谱在最低场给出 1 个羰基信号 δ : 170.8, 木糖部分 C-3 向低场位移至 δ : 79.2, 推测分子的 3 位被酰化。 $^1\text{H-NMR}$ 、 $^{13}\text{C-NMR}$ 数据与文献[6]报道的黄芪皂苷数据基本一致, 因此可确定化合物 5 为异黄芪皂苷 (isoastragaloside)。

化合物 6: 白色粉末, Molish 反应阳性, Liebermann-Burchard 反应亦为阳性, 遇体积分数 10% 硫酸乙醇溶液显紫红色, 推测此化合物为三萜皂苷类。 $^1\text{H-NMR}$ 谱中, δ : 1.00 (3H, s)、1.29 (3H, s)、1.31 (6H, br s)、1.42 (3H, s)、1.57 (3H, s)、1.93 (3H, s) 为 7 个高场角甲基信号; δ : 0.28 (1H, d, $J = 3.9$ Hz)、0.57 (1H, d, $J = 3.9$ Hz) 为环阿尔廷型三萜皂苷 19 位 2 个特征氢信号。 $^{13}\text{C-NMR}$ 谱显示 δ : 87.3 (C-20)、81.7 (C-24), 推测分子中存在 1 个四氢呋喃侧链, 结合其他碳信号, 推测分子中存在环黄芪醇^[6]的结构单元; 根据 δ : 73.5 (C-16), 推测分子中存在 1 个 16 -OH。 $^1\text{H-NMR}$ 谱给出糖端基质子信号 δ : 5.01 (1H, d, $J = 6.5$ Hz)、5.38 (1H, d, $J = 7.2$ Hz), 结合 $^{13}\text{C-NMR}$ 谱中糖端基碳信号 δ : 106.2、105.7 及其他连氧碳信号, 推测分子中存在 1 个葡萄糖和 1 个

木糖。由于 ^{13}C -NMR 谱中 3 位向低场位移至 88.6,同时 2、4 位分别向高场位移至 30.4和 42.8,推测该化合物苷元 3 位成苷; 83.4(C-2)、77.9(C-3)的木糖信号较单糖信号分别向低场位移了 8.3和 1.1,推测木糖 2 位成苷; 67.8(C-6) 信号表明 6 位连有羟基;同时,

:73.5(C-16)、87.3(C-20)、81.7(C-24)与苷元的化学位移基本一致,推测分子中存在 1 个五元氧环及 1 个 16-OH。 ^1H -NMR、 ^{13}C -NMR 数据与文献[6]报道的黄芪皂苷 数据基本一致,因此可确定化合物 6 为黄芪皂苷 (astragaloside)。

化合物 2~6 的 ^{13}C -NMR 数据见表 2。

Table 2 ^{13}C -NMR spectral data of 2 - 6(75 MHz, pyridine- d_5)

Structure fragments	Position	2	3	4	5	6
aglycone	1	31.8	32.1	32.1	32.2	32.5
	2	29.5	29.9	30.0	30.2	30.4
	3	88.9	89.1	89.0	88.8	88.6
	4	42.0	42.3	42.3	42.6	42.8
	5	52.2	52.5	52.6	52.5	54.0
	6	79.1	79.4	79.3	79.3	67.8
	7	34.6	34.9	34.8	34.7	38.6
	8	45.7	45.9	45.9	45.7	46.9
	9	21.0	21.2	21.2	21.1	21.1
	10	28.9	29.0	29.0	29.0	29.4
	11	25.9	26.2	26.2	26.2	26.2
	12	33.1	33.4	33.4	33.1	33.4
	13	44.8	45.1	45.1	45.1	45.1
	14	46.0	46.3	46.3	46.3	46.2
	15	46.1	46.3	46.3	46.3	46.6
	16	73.1	73.4	73.4	73.4	73.5
	17	58.0	58.3	58.3	58.2	58.4
	18	20.9	21.2	21.2	21.2	21.5
	19	28.7	29.1	29.1	30.0	30.4
	20	87.0	87.3	87.3	87.3	87.3
	21	26.8	27.1	27.1	27.1	27.2
	22	34.6	35.0	35.0	34.9	34.9
	23	26.2	26.5	26.5	26.5	26.5
	24	81.4	81.8	81.7	81.7	81.7
	25	71.0	71.3	71.4	71.3	71.3
	26	28.0	28.2	28.2	28.2	28.2
	27	28.1	28.3	28.2	28.6	28.6
	28	28.3	28.6	28.6	28.6	28.9
	29	16.3	16.6	16.6	16.6	16.6
	30	19.6	19.9	19.9	19.9	20.2
<i>D</i> -xylose moiety	1	103.8	104.4	104.8	107.3	105.7
	2	72.8	75.7	76.3	73.2	83.4
	3	76.6	72.7	75.7	79.2	77.9
	4	68.5	72.8	71.3	69.3	71.0
	5	66.5	63.1	67.2	66.7	66.7
<i>D</i> -glucose moiety	1	105.0	105.3	105.3	105.3	106.2
	2	75.4	75.4	75.7	75.6	77.1
	3	79.0	79.2	79.2	79.3	78.3
	4	71.6	72.0	72.0	71.9	71.7
	5	78.0	78.2	78.2	78.2	78.0
	6	62.8	63.2	63.2	63.1	62.8
aceto xyl group	C=O	169.6	170.0	170.1	170.8	
	C=O	170.3	170.4			
	Me	20.5	20.8	21.2	21.2	
	Me	20.6	21.2			

(下转第 157 页)

- [32] McLAUGHLIN F, FINN A, EDWARDS N, et al. Lead optimization of novel small molecule histone deacetylase inhibitors: *in vitro*, *in vivo* and ADME profiling. AACR-NCFEORTC Int Conf Mol Targets Cancer Ther, Nov 17 - 21, 2003 [C]. Boston, Abst A163.
- [33] VANINNI A, VOLPARI C, FILOCAMO G, et al. Crystal structure of a eukaryotic zinc-dependent histone deacetylase, human HDAC8, complexed with a hydroxamic acid inhibitor [J]. Proc Natl Acad Sci USA, 2004, 101(42): 15064 - 15069.
- [34] CHARRIER C, ROCHE J, GESSONA J P, et al. Anti-proliferative activities of a library of hybrids between indanones and HDAC inhibitor SAHA and MS-275 analogues [J]. Bioorg Med Chem Lett, 2007, 17(22): 6142 - 6146.
- [35] CELANIRE S, WIJTMANS M, TALAGA P, et al. Histamine H3 receptor antagonists reach out for the clinic [J]. Drug Discov Today, 2005, 10 (23/24): 1613 - 1627.
- [36] PESCHKE B, BAK S, HOHLWEG R, et al. Cinnamic amides of (*S*)-2-(aminomethyl)pyrrolidines are potent H3 antagonists [J]. Bioorg Med Chem, 2004, 12 (10): 2603 - 2616.
- [37] LAU J F, JEPPESEN C B, RIMVALL K, et al. Ureas with histamine H3-antagonist receptor activity-A new scaffold discovered by lead hopping from cinnamic acidamides [J]. Bioorg Med Chem Lett, 2006, 16(20): 5303 - 5308.
- [38] WOOD M R, SCHIRRIPIA K, KIM J J, et al. Cyclopropylamino acid amide as a pharmacophoric replacement for 2,3-diaminopyridine. application to the design of novel bradykinin B1 receptor antagonists [J]. J Med Chem, 2006, 49(4): 1231 - 1234.

(上接第 146 页)

化合物 7: 白色无定形粉末, 易溶于氯仿。mp 282 ~ 283, Molish 反应阳性, 遇 10% 硫酸乙醇溶液显紫红色。TLC 行为与 β -胡萝卜素标准品一致, 混合溶点不下降。故鉴定化合物 7 为 β -胡萝卜素 (β -daucosterol)。

参考文献:

- [1] 石富胜, 杨正国. 黄芪皂苷对烧伤患者血管内皮细胞及其功能的影响 [J]. 中国中西医结合杂志, 2001, 21(10): 750 - 751.
- [2] 马洪喜, 李冬梅. 黄芪皂苷对糖尿病大鼠血清激素水平的影响 [J]. 微量元素与健康研究, 2003, 20(4): 5 - 6.
- [3] 李靖, 朱建华, 黄崇勤, 等. 黄芪皂甙对培养心肌细胞损伤的影响 [J]. 中国现代医学杂志, 1998, 8(8): 7 - 9.
- [4] 徐先祥, 彭代银, 刘青云. 黄芪皂甙类成分对心血管系统的作用 [J]. 北京中医药大学学报, 2000, 23(S1): 128 - 130.
- [5] MASYUKI Y, WANG H K, HIROSHI K, Saponin and sapogenol. XL [J]. Chem Pharm Bull, 1985, 33(10): 4267 - 4274.
- [6] KITAGAWA I, WANG H K, TAKAGI A, et al. Saponin and sapogenol. XXXIV-XXXVII [J]. Chem Pharm Bull, 1983, 31(2): 689 - 722.