

• 化学成分 •

海芒果叶的化学成分研究

张小波¹, 林文翰¹, 邓志威², 张蔚青¹, 付宏征¹, 李 军^{1*}

(1. 北京大学 天然药物及仿生药物国家重点实验室, 北京 100083; 2. 北京师范大学 分析测试中心, 北京 100875)

摘要:目的 研究中国红树植物海芒果的化学成分。方法 运用硅胶、凝胶柱色谱进行分离纯化, 根据波谱数据进行结构鉴定。结果 从海芒果的树叶中分离得到 7 个化合物, 分别为: 野鸦椿素 B (3*R*, 5*S*, 6*S*, 7*E*, 9*S*-3, 5, 9-trihydroxy-6-methoxy-7-megastigmane, I)、布卢门醇 A (blumenol A, II)、野鸦椿素 A (3*R*, 5*S*, 6*R*, 7*E*, 9*S*-3, 5, 6, 9-tetrahydroxy-7-megastigmane, III)、12β-羟基-5α-孕烷-16-烯-3, 20-二酮 (12β-hydroxyl-5α-pregnane-16-ene-3, 20-dione, IV)、12β-羟基-孕烷-4, 16-二烯-3, 20-二酮 (12β-hydroxyl-pregnane-4, 16-diene-3, 20-dione, V)、3β, 12β-二羟基-孕烷-16-烯-20-酮 (3β, 12β-dihydroxy-pregnane-16-ene-20-one, VI)、3α, 12β-二羟基-孕烷-16-烯-20-酮 (3α, 12β-dihydroxy-pregnane-16-ene-20-one, VII)。结论 化合物 I 为新化合物, 命名为野鸦椿素 B (euscaphin B), 其他化合物均为首次从该植物中分离得到。

关键词: 红树林; 夹竹桃科; 海芒果; 野鸦椿素 B

中图分类号: R284.1

文献标识码: A

文章编号: 0253-2670(2006)10-1447-04

Chemical constituents from Chinese mangrove plant *Cerbera manghas*ZHANG Xiao-bo¹, LIN Wen-han¹, DENG Zhi-wei², ZHANG Wei-qing¹, FU Hong-zheng¹, LI Jun¹

(1. The State Key Laboratory of Natural and Biomimetic Drugs, Peking University, Beijing 100053, China;

2. Analytical and Testing Center, Beijing Normal University, Beijing 100875, China)

Abstract: **Objective** To investigate the chemical constituents of mangrove plant *Cerbera manghas* collected in Hainan Province of China. **Methods** Column chromatography techniques were used for separation and purification of the compounds and extensive spectral analyses including 2D NMR spectrum were employed for structural elucidation. **Results** Seven compounds were obtained from leaves of *C. manghas*, including 3*R*, 5*S*, 6*S*, 7*E*, 9*S*-3, 5, 9-trihydroxy-6-methoxy-7-megastigmane (I), blumenol A (II), 3*R*, 5*S*, 6*R*, 7*E*, 9*S*-3, 5, 6, 9-tetrahydroxy-7-megastigmane (III), 12β-hydroxyl-5α-pregnane-16-ene-3, 20-dione (IV), 12β-hydroxyl-pregnane-4, 16-diene-3, 20-dione (V), 3β, 12β-dihydroxy-pregnane-16-ene-20-one (VI), 3α, 12β-dihydroxy-pregnane-16-ene-20-one (VII). **Conclusion** Compound I is a new compound named as euscaphin B and other compounds are isolated from *C. manghas* for the first time.

Key words: mangrove plant; Apocynaceae; *Cerbera manghas* L.; euscaphin B (3*R*, 5*S*, 6*R*, 7*E*, 9*S*-3, 5, 9-trihydroxy-6-methoxy-7-megastigmane)

海芒果 *Cerbera manghas* L. 系夹竹桃科植物, 又名海檬果, 常绿小乔木, 分布于我国广东、广西、海南、台湾, 生于海滨湿地, 是优良的防潮树种, 属半红树植物。海芒果全株含乳状汁液, 有毒, 果实剧毒, 民间将其乳汁用作泻下剂。国外学者已对此种植物的化学成分进行了较系统的研究, 从中分离出黄酮、木脂素、环烯醚萜、降单萜、强心苷等类化合物^[1~11], 但分布于我国的海芒果化学成分研究报道较少, 为

了系统研究我国红树植物的化学成分, 本实验对海芒果树叶进行了初步化学成分研究, 从中分得 3 个 megastigmane 类和 4 个孕甾酮类化合物, 它们分别被鉴定为野鸦椿素 B (3*R*, 5*S*, 6*S*, 7*E*, 9*S*-3, 5, 9-trihydroxy-6-methoxy-7-megastigmane, I)、布卢门醇 A (blumenol A, II)、野鸦椿素 A (3*R*, 5*S*, 6*R*, 7*E*, 9*S*-3, 5, 6, 9-tetrahydroxy-7-megastigmane, III)、12β-羟基-5α-孕烷-16-烯-3, 20-二酮 (12β-hy-

droxyl-5 α -pregnane-16-ene-3,20-dione, IV)、12 β -羟基-孕烷-4,16-二烯-3,20-二酮(12 β -hydroxyl-pregnane-4,16-diene-3,20-dione, V)、3 β ,12 β -二羟基-孕烷-16-烯-20-酮(3 β ,12 β -dihydroxy-pregnane-16-ene-20-one, VI)、3 α ,12 β -二羟基-孕烷-16-烯-20-酮(3 α ,12 β -dihydroxy-pregnane-16-ene-20-one, VII),均为首次从该属植物中得到,其中化合物 I 为新化合物,命名为野鸦椿素 B(euscaphin B)。

1 实验部分

1.1 样品:海芒果(带叶、茎、枝)采自中国海南岛,由厦门大学林鹏教授鉴定为夹竹桃科植物海芒果 *Cerbera manghas* L.。标本存放于北京大学医学部天然药物及仿生药物国家重点实验室海洋药物组。

1.2 仪器与试剂:比旋光用 WZZ-15 自动旋光仪测定;核磁共振用 Bruker-500 MHz-FT-NMR 型核磁共振仪测定(用 TMS 或氘代试剂残留峰作内标);质谱用 MDS SCIEX QSTAR 型质谱仪测定;高分辨质谱用 GCT-MS 型质谱仪测定;红外光谱用 NEXUS FT-IR 红外光谱仪测定。色谱用硅胶(200~300 目)及薄层硅胶由青岛海洋化工厂生产;Sephadex LH-20 为 Merck 公司产品。常用显色剂:10% H_2SO_4 -EtOH 溶液。其他试剂均为北京化工二厂分析纯试剂。

1.3 提取与分离:干燥海芒果树叶(1 kg)粗粉,用 95% 乙醇冷浸提取 3 次,回流提取一次,合并乙醇提取液,浓缩,得浸膏 90 g。浸膏用水悬浮分散后,分别用石油醚、醋酸乙酯、正丁醇萃取,得到石油醚萃取物 50 g,醋酸乙酯萃取物 15 g,正丁醇萃取物 10 g。

醋酸乙酯萃取物经硅胶柱色谱,氯仿-甲醇梯度洗脱,得 5 个部分 Fr A~E。部分 B(2.54 g)依次经 Sephadex LH-20 柱色谱,甲醇洗脱,以及硅胶 H 柱色谱,氯仿-甲醇,石油醚-丙酮等系统洗脱,分别得到化合物 IV(5 mg)、V(7 mg)、VI(10 mg)、VII(7 mg)。部分 D(3.49 g)依次经 Sephadex LH-20 柱色谱,甲醇洗脱和硅胶 H 柱色谱,氯仿-甲醇系统洗脱,分别得到化合物 I(5 mg)、II(5 mg)、III(6 mg)。

2 结构鉴定

化合物 I:白色粉末,易溶于氯仿、甲醇, $[\alpha]_D^{20} + 30.0^\circ$ (c 0.90, $CHCl_3$);ESI-TOFMS m/z : 281 $[M+Na]^+$, HR-FABMS 确定其分子式为 $C_{14}H_{26}O_4$ (测定值 259.190 2 $[M+H]^+$, 计算值 259.190 3)。红外光谱显示有羟基存在。 1H -NMR ($CDCl_3$, 500 MHz)谱显示有 5 个甲基质子信号 δ 1.37(3H, d, $J=6.3$ Hz, H-10)、1.14(3H, s, H-11)、

0.96(3H, s, H-12)、1.31(3H, s, H-13)、3.36(3H, s, H-14);5.82(1H, d, $J=17$ Hz, H-7)、6.01(1H, dd, $J=17, 6.3$ Hz, H-8)示有两个反式烯氢质子存在。 ^{13}C -NMR ($CDCl_3$, 125 MHz)谱中可见 14 个碳信号,其中 2 个 sp^2 杂化碳信号 δ 124.3(C-7)、139.1(C-8),5 个甲基碳信号 δ 23.9(C-10)、25.6(C-11)、27.4(C-12)、28.7(C-13)、54.9(CH_3O -6),4 个连氧 sp^3 杂化碳信号 δ 64.7(C-3)、78.2(C-5)、83.0(C-6)、69.6(C-9)。由 1H - 1H COSY 谱显示 δ 6.01(H-8)和 4.44(H-9)相关,4.44(H-9)又与 1.37(H-10)相关;HMBC 谱(图 1)显示 δ 6.01(H-8)与 83.0(C-6)、124.3(H-7)、69.6(C-9)、23.9(C-10); δ 5.82(H-7)与 78.2(C-5)、83.0(C-6)、69.6(C-9)存在远程相关;2 个甲基单峰 δ 0.96(H-12)和 1.14(C-11)均与 41.9(C-1)、45.4(C-2)、83.0(C-6)存在远程相关,并且这 2 个甲基单峰分别与甲基碳信号 25.6(C-11)、27.4(C-12)存在远程相关; δ 1.51(H-2)与 41.9(C-1)、46.1(C-4)、64.7(C-3)、83.0(C-6)存在远程相关; δ 1.51(H-2)、1.78(2H, m, H-4)与 64.7(C-3)存在远程相关; δ 1.80(H-4)、1.31(H-13)与 78.2(C-5)存在远程相关; δ 1.31(H-13)与 46.1(C-4)、78.2(C-5)、83.0(C-6)存在远程相关。经与文献数据^[12]对照,化合物 I 与 megastigmane 相似,不同之处在于 ^{13}C -NMR δ 77.3 季碳信号被 δ 83.0 季碳信号取代, 1H -NMR 和 ^{13}C -NMR 谱中多出一个 $-CH_3O$ 信号(δ 3.36, 3H, s; δ 54.9);在 HMBC 谱中 δ 3.36 甲氧基质子只与 83.0(C-6)相关。综合上述分析推断化合物 I 结构为 3R, 5S, 6S, 7E, 9S-3, 5, 9-trihydroxy-6-methoxy-7-megastigmane。

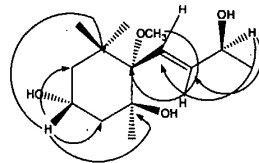


图 1 化合物 I 的 HMBC 相关图

Fig. 1 Key HMBC correlations of compound I

另外,侧链上 H-9 化学位移为 δ 4.44,与文献比较^[13],可确定 9 位构型是 S。在 NOESY 谱上, δ 3.36(3H, s, H-14)和 0.96(3H, s, H-12)、1.31(3H, s, H-13), δ 4.10(H-3)和 1.14(3H, s, H-11)相关,可确定 3、5、6 位的相对构型。 δ 5.82(H-7)、6.01(H-8)分别与 0.96(3H, s, H-12)、1.14(3H, s, H-11)相关,如图 2 所示,这只有在其构型为 3R, 5S, 6S 时才能实现(此时 H-7、H-8 所在平面与 11、12

位甲基所在平面几乎平行),最后确定化合物 I 为 3*R*,5*S*,6*S*,7*E*,9*S*-3,5,9-trihydroxy-6-methoxy-7-megastigmane,为一新化合物,命名为野鸦椿素 B,结构式见图 3。

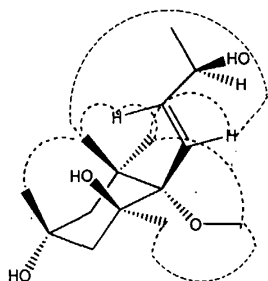


图 2 化合物 I 的 NOESY 的相关图

Fig. 2 Key NOESY correlation of compound I

化合物 II:白色粉末,易溶于氯仿, $[\alpha]_D^{20} + 26.0^\circ$

表 1 化合物 I ~ III 的 $^1\text{H-NMR}$ 和 $^{13}\text{C-NMR}$ 光谱数据 (I、II 在 CDCl_3 中, III 在 DMSO-d_6 中)

Table 1 $^1\text{H-NMR}$ and $^{13}\text{C-NMR}$ Data of compounds I - III (I and II in CDCl_3 , III in DMSO-d_6)

碳位	I		II		III	
	$\delta_{\text{H}}(J, \text{Hz})$	δ_{C}	$\delta_{\text{H}}(J, \text{Hz})$	δ_{C}	$\delta_{\text{H}}(J, \text{Hz})$	δ_{C}
1		41.9		41.2		40.1
2	1.50 (2H, m, H-2)	45.4	2.27 (1H, d, 17), 2.47 (1H, d, 17)	49.7	1.26 (1H, d, 12.0) 1.47 (1H, dd, 12.0, 2.0)	46.1
3	4.10 (1H, m)	64.7		197.9	3.84 (1H, m),	63.1
4	1.80 (2H, m)	46.1	5.93 (1H, s)	126.9	1.57 (2H, m)	45.5
5		78.2		162.0		76.2
6		83.0		78.1		77.3
7	5.82 (1H, d, 17)	124.3	5.81 (1H, d, 15.7)	129.0	5.91 (1H, d, 16)	129.5
8	6.01 (1H, dd, 17, 6.3)	139.1	5.88 (1H, dd, 15.7, 5.3)	135.7	5.56 (1H, dd, 16, 6.3)	135.3
9	4.44 (1H, m)	69.6	4.43 (1H, m)	68.0	4.17 (1H, m)	67.4
10	1.37 (3H, d, 6.3)	23.9	1.33 (1H, d, 6.4)	23.7	1.13 (3H, d, 6.3)	24.9
11	1.14 (3H, s)	25.6	1.11 (3H, s)	24.0	0.72 (3H, s)	27.6
12	0.96 (3H, s)	27.4	1.04 (3H, s)	22.9	1.08 (3H, s)	26.2
13	1.31 (3H, s)	28.7	1.92 (3H, s)	18.8	0.99 (3H, s)	27.2
6-OCH ₃	3.36 (3H, s)	54.9				

化合物 IV:白色固体,易溶于氯仿,ESI-TOFMS m/z : 331 $[\text{M} + \text{H}]^+$, 353 $[\text{M} + \text{Na}]^+$; $^1\text{H-NMR}$ (CDCl_3 , 500 MHz) δ : 3.69 (1H, m, H-12), 6.98 (1H, brs, H-16), 0.90 (3H, s, H-18), 1.06 (3H, s, H-19), 2.38 (3H, s, H-21); $^{13}\text{C-NMR}$ (CDCl_3 , 125 MHz) δ : 38.1 (t, C-1), 38.1 (t, C-2), 211.7 (s, C-3), 44.5 (t, C-4), 46.6 (d, C-5), 30.9 (t, C-6), 28.7 (t, C-7), 32.5 (d, C-8), 52.6 (d, C-9), 35.8 (s, C-10), 29.4 (t, C-11), 73.4 (d, C-12), 52.1 (s, C-13), 53.8 (d, C-14), 32.2 (t, C-15), 149.2 (d, C-16), 155.3 (s, C-17), 11.3 (q, C-18), 11.8 (q, C-19), 199.1 (s, C-20), 26.8 (q, C-21)。以上理化性质与波谱数据与文献对照一致^[15],化合物 IV 鉴定为 12 β -羟基-5 α -孕烷-16-烯-3,20-二酮。

(c 0.70, CHCl_3),

ESI-TOFMS m/z :

238 $[\text{M} + \text{NH}_4]^+$, 243

$[\text{M} + \text{Na}]^+$, $^1\text{H-NMR}$ 及 $^{13}\text{C-NMR}$ 见

表 1,理化性质与波

谱数据与文献对照一

致^[14],化合物 II 鉴定

为布卢门醇 A。

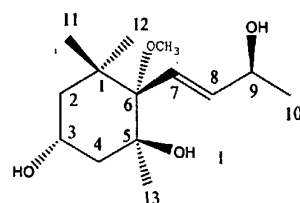


图 3 化合物 I 的化学结构式

Fig. 3 Chemical structure of compound I

化合物 III:白色粉末,易溶于甲醇, $[\alpha]_D^{20} - 25.7^\circ$

(c 1.32, CHCl_3), ESI-TOFMS m/z : 262 $[\text{M} +$

$\text{NH}_4]^+$, 267 $[\text{M} + \text{Na}]^+$; $^1\text{H-NMR}$ 及 $^{13}\text{C-NMR}$ 数据

见表 1,理化性质与波谱数据与文献对照一致^[12],化

合物 III 鉴定为野鸦椿素 A (3*R*, 5*S*, 6*R*, 7*E*, 9*S*-3,

5, 6, 9-tetrahydroxy-7-megastigmane)。

化合物 V:白色固体,易溶于氯仿,ESI-TOFMS

m/z : 329 $[\text{M} + \text{H}]^+$, 351 $[\text{M} + \text{Na}]^+$; $^1\text{H-NMR}$ (CDCl_3 , 500 MHz) δ : 5.77 (1H, brs, H-14), 3.71 (1H,

dd, $J = 10.5, 5.0$ Hz, H-12), 7.00 (1H, s, H-16),

0.94 (3H, s, H-18), 1.25 (3H, s, H-19), 2.41 (3H, s,

H-21); $^{13}\text{C-NMR}$ (CDCl_3 , 125 MHz) δ : 35.5 (t, C-

1), 33.9 (t, C-2), 198.9 (s, C-3), 124.3 (d, C-4),

169.9 (s, C-5), 32.6 (t, C-6), 31.1 (t, C-7), 32.7 (d,

C-8), 52.5 (d, C-9), 38.5 (s, C-10), 28.9 (t, C-11),

73.3 (d, C-12), 51.9 (s, C-13), 53.3 (d, C-14), 32.1

(t, C-15), 149.4 (d, C-16), 155.2 (s, C-17), 11.3 (q,

C-18), 17.1 (q, C-19), 199.3 (s, C-20), 26.7 (q, C-

21)。以上理化性质与波谱数据与文献对照一致^[15],化

合物 V 鉴定为 12 β -羟基-孕烷-4,16-二烯-3,20-二酮。

化合物Ⅵ:白色固体,易溶于氯仿,ESI-TOFMS m/z : 333 $[M+H]^+$, 355 $[M+Na]^+$; 1H -NMR ($CDCl_3$, 500 MHz) δ : 3.61 (1H, m, H-3), 3.66 (1H, m, H-12), 6.98 (1H, brs, H-16), 0.88 (3H, s, H-18), 0.86 (3H, s, H-19), 2.39 (3H, s, H-21)。 ^{13}C -NMR ($CDCl_3$, 125 MHz) δ : 36.7 (t, C-1), 31.5 (t, C-2), 71.2 (t, C-3), 38.0 (t, C-4), 44.9 (d, C-5), 28.5 (t, C-6), 31.3 (t, C-7), 32.6 (d, C-8), 53.2 (d, C-9), 35.6 (s, C-10), 29.3 (t, C-11), 73.7 (d, C-12), 52.1 (s, C-13), 54.1 (d, C-14), 32.2 (t, C-15); 149.8 (d, C-16), 155.5 (s, C-17), 11.7 (q, C-18), 12.1 (q, C-19), 199.0 (s, C-20), 26.7 (q, C-21)。根据 1H -NMR、 ^{13}C -NMR 和 2D-NMR 以及参考文献数据^[16], 推断化合物Ⅵ为 3 β , 12 β -二羟基-孕烷-16-烯-20-酮。

化合物Ⅶ:白色固体,易溶于氯仿,ESI-TOFMS m/z : 333 $[M+H]^+$, 355 $[M+Na]^+$; 1H -NMR ($CDCl_3$, 500 MHz) δ : 4.08 (1H, m, H-3), 3.67 (1H, m, H-12), 6.99 (1H, brs, H-16), 0.88 (3H, s, H-18), 0.84 (3H, s, H-19), 2.39 (3H, s, H-21)。 ^{13}C -NMR ($CDCl_3$, 125 MHz) δ : 35.7 (t, C-1), 29.1 (t, C-2), 66.5 (d, C-3), 31.9 (t, C-4), 39.2 (d, C-5), 28.3 (t, C-6), 31.3 (t, C-7), 32.6 (d, C-8), 53.2 (d, C-9), 36.2 (s, C-10), 29.4 (t, C-11), 73.7 (d, C-12), 52.1 (s, C-13), 54.1 (d, C-14), 32.1 (t, C-15), 149.9 (d, C-16), 155.5 (s, C-17), 11.0 (q, C-18), 11.7 (q, C-19), 199.1 (s, C-20), 26.7 (q, C-21)。与化合物Ⅵ对照, ^{13}C -NMR 谱 C-3 信号从 δ 71.2 位移至 δ 66.5, 其他数据基本一致, 所以确定化合物Ⅶ为 3 α , 12 β -二羟基-孕烷-16-烯-20-酮。

References:

- [1] Cheenoracha S, Karalai C, Pat-a-pa Y, *et al.* New cytotoxic cardenolide glycoside from the seeds of *Cerbera manghtsa* [J]. *Chem Pharm Bull*, 2004, 52(8): 1023-1025.
- [2] Chang L C, Gills J J, Bhat K P L, *et al.* Activity-guided isolation of constituents of *Cerbera manghas* with antiproliferative and antiestrogenic activities [J]. *Bioorg Med Chem Lett*, 2000, 10(21): 2431-2434.
- [3] Yamauchi T, Abe F, Wan Alfred S C. Cardenolide monoglycosides from the leaves of *Cerbera odollam* and *Cerbera manghas* (*Cerbera* Ⅲ) [J]. *Chem Pharm Bull*, 1987, 35(7): 2744-2749.
- [4] Yamauchi T, Abe F, Wan Alfred S C. Studies on *Cerbera* Ⅳ. Polar cardenolide glycosides from the leaves of *Cerbera odollam* and *Cerbera manghas* [J]. *Chem Pharm Bull*, 1987, 35(12): 4813-4818.
- [5] Yamauchi T, Abe F, Wan Alfred S C. Studies on *Cerbera* Ⅴ. Minor glycosides of 17-digitoxigenin from the stems of genus *Cerbera* [J]. *Chem Pharm Bull*, 1987, 35(12): 4993-4995.
- [6] Abe F, Yamauchi T, Wan Alfred S C. *Cerbera* Ⅳ. Lignans related to olivil from genus *Cerbera* [J]. *Chem Pharm Bull*, 1988, 36(2): 795-799.
- [7] Abe F, Yamauchi T, Wan Alfred S C. Studies on *Cerbera* Ⅶ. Normonoterpenoids and their allopuranosides from the leaves of *Cerbera* species [J]. *Chem Pharm Bull*, 1989, 37(10): 2639-2642.
- [8] Abe F, Yamauchi T. 10-Carboxyloganin, normonoterpenoid glucosides and dinormonoterpenoid glucosides from the leaves of *Cerbera manghas* (studies on *Cerbera* 10) [J]. *Chem Pharm Bull*, 1996, 44(10): 1797-1800.
- [9] Abe F, Yamauchi T, Wan Alfred S C. *Cerbera* Part 7. Sesqui-, sester- and trilignans from stems of *Cerbera manghas* and *C. odollam* [J]. *Phytochemistry*, 1988, 27(11): 3627-3631.
- [10] Abe F, Yamauchi T, Wan Alfred S C. *Cerbera* Part 9. Cereberalignans J-N, oligolignans from *Cerbera manghas* [J]. *Phytochemistry*, 1989, 28(12): 3473-3476.
- [11] Yamauchi T, Abe F, Wan Alfred S C. *Cerbera* Part 10. 10-*O*-Benzoyltheveside and 10-dehydro-geniposide from the leaves of *Cerbera manghas* [J]. *Phytochemistry*, 1990, 29(7): 2327-2328.
- [12] Takeda Y, Okada Y, Masuda T, *et al.* New megastigmane and tetraketid from the leaves of *Euscaphis japonica* [J]. *Chem Pharm Bull*, 2000, 48(5): 752-754.
- [13] Yamano Y, Masayoshi I T O. Synthesis of optically active vomifolol and roseoside stereoisomers [J]. *Chem Pharm Bull*, 2005, 53(5): 541-546.
- [14] Calis I, Kuruuzun U A, Piergiorgio A, *et al.* (6S)-Hydroxy-3-oxo-a-ionol-glucosides from *Capparis spinosa* fruits [J]. *Phytochemistry*, 2002, 59(4): 451-457.
- [15] Cordell S Y, Geofferey A. Cytotoxic steroids of *Gelsemium sempervirens* [J]. *J Nat Prod*, 1987, 50(2): 195-198.
- [16] Yu D Q, Yang J S. *Analytical Chemistry Notebook* (分析化学手册) [M]. Beijing: Chemical Industry Press, 1999.

苦瓜子蛋白分离纯化及其理化性质鉴定

李 璟, 温博贵*, 陈爱云, 陈玮莹, 吴健宜, 李冠武

(汕头大学医学院 病理系肿瘤分子生物学研究室, 广东 汕头 515041)

摘要: 目的 建立苦瓜子蛋白分离纯化的方法。方法 应用阳离子交换色谱和凝胶过滤色谱 Hiprep 16/10

收稿日期: 2006-03-30

基金项目: 广东省教育厅自然科学研究项目 (Z02041)

作者简介: 李 璟 (1972-), 山西人, 博士, 主要从事肿瘤分子生物学研究。

* 通讯作者 温博贵 Tel: (0754) 8900473 E-mail: bgwen@stu.edu.cn