

毛杭子梢化学成分的研究

文 屏¹, 韩慧英¹, 王乃利^{1,2*}, 姚新生¹

(1. 沈阳药科大学中药学院, 辽宁 沈阳, 110016; 2. 深圳市创新中药及天然药物研究重点实验室, 广东 深圳 518057)

摘 要:目的 研究毛杭子梢 *Campylotropis hirtella* 根60%乙醇提取物的化学成分。方法 运用多种色谱学方法对毛杭子梢60%乙醇提取物的化学成分进行分离, 并根据光谱数据对化合物进行结构解析。结果 从该植物中分离得到6个化合物, 鉴定为(3*S*, 5*R*, 8*R*)-3, 5-二羟基-megastigman-6, 7-亚烯-9-酮-5-*O*- β -D-吡喃葡萄糖苷(I)、开环异落叶松脂素-9'-*O*- β -D-吡喃葡萄糖苷(II)、2, 6-二甲氧基-4-羟基苯酚1-*O*- β -D-葡萄糖苷(III)、丁香醛(IV)、3, 5-二甲氧基-4-羟基苯酚1-*O*- β -D-芹糖基-(1 $\rightarrow$ 6)-*O*- β -D-葡萄糖苷(V)、胡萝卜苷(VI)。结论 化合物I~VI均为首次从该属植物中分离得到。

关键词:毛杭子梢; 开环异落叶松脂素-9'-*O*- β -D-吡喃葡萄糖苷; 结构解析

中图分类号:R284.1

文献标识码:A

文章编号:0253-2670(2008)08-1143-03

毛杭子梢为豆科植物毛杭子梢 *Campylotropis hirtella* (Franch.) Schindl. 的根, 性涩微苦, 微温, 具有活血、调经、理气、止痛等功效, 主要用于治疗月经不调、闭经、痛经、血崩、白带、胃痛、扭伤、外伤出血、烫伤^[1]。本课题组曾从毛杭子梢中分离得到3个倍半木脂素类化合物, 3个二木脂素类化合物, 5个黄酮碳苷和3个芳香苷类化合物^[2]。在对毛杭子梢60%乙醇提取物正丁醇层的深入研究中, 又从中得到6个化合物, 通过理化性质和谱学分析确定结构分别为(3*S*, 5*R*, 8*R*)-3, 5-二羟基-megastigman-6, 7-亚烯-9-酮-5-*O*- β -D-吡喃葡萄糖苷(I)、开环异落叶松脂素-9'-*O*- β -D-吡喃葡萄糖苷(II)、2, 6-二甲氧基-4-羟基苯酚1-*O*- β -D-葡萄糖苷(III)、丁香醛(IV)、3, 5-二甲氧基-4-羟基苯酚1-*O*- β -D-芹糖基-(1 $\rightarrow$ 6)-*O*- β -D-葡萄糖苷(V)、胡萝卜苷(VI)。化合物I~VI均为首次从该属植物中分离得到。

1 仪器和材料

熔点用YANACO 熔点测定仪测定; 紫外光谱用岛津UV2401PC 紫外光谱仪测试; 旋光用JASCO P-1020 旋光光谱仪测定; 质谱用Bruker Esquire 2000 质谱仪测试; ¹H-NMR、¹³C-NMR、DEPT135、¹H-¹H COSY、HSQC、HMBC 及 NOSEY 用 Bruker AV-400 核磁共振仪测定(以TMS为内标); HPLC分析柱为Shim-pack VP-ODS(250 mm×4.6 mm), 检测器为岛津SPD-M10Avp UV-VIS 二极管阵列检测器; HPLC制备柱为岛津PRC-ODS(250 mm×10 mm), 检测器为岛津SPD-10Avp UV-VIS; 柱色

谱硅胶(100~140目, 200~300目), 薄层色谱硅胶H和G均为青岛海洋化工厂生产; 反相ODS填料为Merck公司生产; Sephadex LH-20为Amersham Biosciences公司生产; 液相用甲醇为色谱纯, 水为双重蒸馏水, 其他试剂均为分析纯。

毛杭子梢于2004年10月采于云南省昆明市, 经中国科学院昆明分院蔡君葵教授鉴定为毛杭子梢 *Campylotropis hirtella* (Franch.) Schindl., 标本保存于深圳中药及天然药物研究中心。

2 提取和分离

毛杭子梢干燥根15 kg, 粉碎, 60%乙醇回流提取3次, 每次2 h, 合并提取液并减压回收溶剂得浸膏(0.9 kg)。浸膏加适量的水稀释后依次用醋酸乙酯和正丁醇萃取, 减压回收正丁醇部位得正丁醇层浸膏38 g。将正丁醇浸膏溶于水中, 进行大孔吸附树脂D101梯度洗脱, 得30%洗脱部分(9.2 g), 将其进行硅胶柱色谱, 以氯仿-甲醇(100:0 $\rightarrow$ 0:100)梯度洗脱, 共分为12个部分。其中亚流分5(1.5 g)经Sephadex LH-20柱色谱(氯仿-甲醇, 1:1)后, 进行ODS柱色谱分离, 用甲醇-水混合溶剂洗脱, 25%和40%甲醇-水洗脱部分分别经制备型HPLC(20%甲醇, 30%甲醇)纯化, 得化合物I(15 mg)、II(70 mg)和IV(10 mg); 从亚流分6和7中分别析出化合物III(8 mg)和VI(5 mg); 亚流分8(800 mg)进行ODS柱色谱分离, 甲醇-水洗脱, 10%甲醇-水洗脱部分经制备型HPLC(10%甲醇)纯化, 得化合物V(22 mg)。

3 结构鉴定

收稿日期: 2008-01-26

作者简介: 文 屏(1982-), 女, 辽宁沈阳市人, 沈阳药科大学2005届药物化学硕士, 研究方向为中药成分的研究。

E-mail: lanhair@163.com

* 通讯作者 王乃利 Tel: (0755)26957800 E-mail: wangnl@sz.tsinghua.edu.cn

化合物 I: 淡黄色油状物, $[\alpha]_D^{25.4} - 87.8^\circ (c 1.0, \text{MeOH})$, Molish 反应呈阳性。UV $\lambda_{\text{max}}^{\text{MeOH}}$ nm (log ϵ): 230(4.19), 202(4.36)。ESI-MS(positive) m/z : 409 $[M + Na]^+$, 推出化合物相对分子质量为 386, 结合 $^1\text{H-NMR}$ 和 $^{13}\text{C-NMR}$ 波谱数据(见表 1) 确定其分子式为 $\text{C}_{19}\text{H}_{30}\text{O}_8$ 。

表 1 化合物 I 的 $^1\text{H-NMR}$ 和 $^{13}\text{C-NMR}$ 数据
(DMSO- d_6 , 400 Hz)

Table 1 $^1\text{H-NMR}$ and $^{13}\text{C-NMR}$ spectra data
of compound I (in DMSO- d_6 , 400 Hz)

位置	δ_{H}	δ_{C}
1		35.5
2	1.79 (1H, br d, $J=10$ Hz) 1.18 (2H, m)	49.2
3	4.15 (1H, m)	61.1
4	2.37 (1H, br d, $J=11.5$ Hz) 1.18 (2H, m)	46.0
5		76.9
6		117.5
7		210.6
8	5.86 (1H, s)	99.9
9		197.5
10	2.12 (3H, s)	26.2
11	1.05 (3H, s)	31.9
12	1.28 (3H, s)	29.0
13	1.33 (3H, s)	26.4
1'	4.35 (1H, d, $J=7.7$ Hz)	96.9
2'		73.6
3'		77.3
4'		70.2
5'		76.7
6'		61.2

$^1\text{H-NMR}$ (400 MHz, DMSO- d_6) 波谱中显示 25 个氢信号: 低场区有一个双键上的氢信号 δ 5.86 (1H, s), 高场区有 4 组甲基的氢信号 δ 2.12 (3H, s), 1.33 (3H, s), 1.28 (3H, s) 和 1.05 (3H, s)。 δ 4.35 (1H, d, $J=7.7$ Hz) 是一个糖基的端基氢, δ 2.91~3.04 (6H, m) 为糖基上的 6 个氢信号, 证明有一个糖基片断的存在。 $^{13}\text{C-NMR}$ (100 MHz, DMSO- d_6) 中共显示 19 条谱线(表 1), 结合 DEPT135 谱图可知: 低场区给出 4 个 SP^2 杂化碳 δ 117.5, 99.9, 197.5 和 210.6, 在高场区有 4 个甲基碳信号 δ 31.7, 29.0, 26.4 和 26.2, 两个次甲基碳信号 δ 49.2 和 46.0, 1 个季碳信号 δ 35.5, 而且在碳谱中还明显存在一组糖基的碳信号 δ 96.9, 77.3, 76.7, 73.6, 70.2 和 61.2, 更进一步证明糖基片断的存在。将化合物 I 进行酸水解后, 进行糖腈乙酸酯衍生化后, 采用 GC-MS 方法, 同标准糖的糖腈乙酸酯进行分析比较, 发现其保留行为与 D-葡萄糖的糖腈乙酸酯衍生物一致。因此, 提示化合物 I 中含有葡萄糖。结合 $^1\text{H-NMR}$ 谱糖

基端基氢 δ 4.35 (1H, d, $J=7.7$ Hz), 有大的偶合常数, 说明是 β 构型。

$^1\text{H-}^1\text{H}$ COSY 谱可以看到 H-3 (δ_{H} 4.15) 和 H-4a (δ_{H} 2.37), H-2b (δ_{H} 1.18), H-2a (δ_{H} 1.79), H-4b (δ_{H} 1.18) 之间存在明显的相关信号, 结合 HSQC 图谱, 可推出结构中含有如下的碳骨架片段: $\text{C}_2\text{-C}_3\text{-C}_4$ 。HMBC 谱上可见 H-8 (δ_{H} 5.86) 与 C-7 (δ_{C} 210.6), C-9 (δ_{C} 197.5), C-10 (δ_{C} 26.2), C-6 (δ_{C} 117.5), C-5 (δ_{C} 76.9), C-1 (δ_{C} 35.5), C-12 (δ_{C} 29.0) 之间的远程相关, 同时可见 H-10 (δ_{H} 2.12) 与 C-8 (δ_{C} 99.9), C-9 (δ_{C} 197.5) 之间的远程相关, 提示结构中有一个 $\text{CH}_3\text{-CO-CH=C=C-(C)}_2$ 片断的存在。由于 H-13 (δ_{H} 1.33) 与 C-6 (δ_{C} 117.5), H-4 (δ_{H} 46.0) 之间存在远程相关; 同时 H-12 (δ_{H} 1.28) 与 C-6 (δ_{C} 117.5), C-12 (δ_{C} 29.0) 存在远程相关, 提示结构中

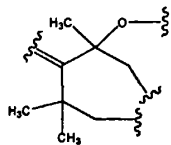


图 1 化合物 I
中的片段

Fig. 1 Fragment
of com-
pound I

存在图 1 中片段, 将上述 3 个推测出的碳骨架片断连接起来得到化合物 I 的苷元结构。糖端基氢 H-8 (δ_{H} 4.35) 与 C-5 (δ_{C} 76.9) 相关, 说明糖基连在 5 位, 由此推出化合物 I 的平面结构为 3,5-二羟基-megastigman-6,7-亚烯-9-酮-5-O- β -D-葡萄糖吡喃糖苷。并将该化合物全部的碳、氢核磁数据进行归属见表 1。化合物 I 的理化性质和波谱数据与文献报道的数据一致^[3], 由此确定化合物 I 为 (3S,5R,8R)-3,5-二羟基-megastigman-6,7-亚烯-9-酮-5-O- β -D-吡喃葡萄糖苷, 化合物 I 的 HMBC 相关谱见图 2。

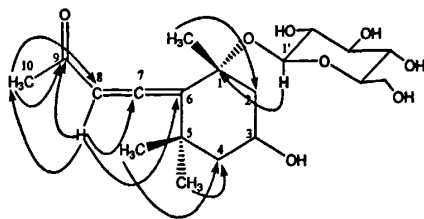


图 2 化合物 I 的 HMBC 相关谱

Fig. 2 Key correlation in HMBC
spectrum of compound I

化合物 I: 淡黄色固体, $[\alpha]_D^{25} - 25.6^\circ (c 1.0, \text{MeOH})$, UV $\lambda_{\text{max}}^{\text{CH}_2\text{OH}}$ nm (log ϵ): 281(3.90)。FeCl₃ 反应呈阳性。由 ESI-MS m/z : 547 $[M + Na]^+$ 和 523 $[M - H]^-$, 推出化合物的相对分子质量为 524, 结合 $^1\text{H-NMR}$ 和 $^{13}\text{C-NMR}$ 波谱数据确定化合物 I 的分子式为 $\text{C}_{26}\text{H}_{36}\text{O}_{11}$ 。

$^1\text{H-NMR}$ (400 MHz, CD_3OD) 显示 29 个氢信号, 结合 HSQC 图谱, 确认其低场区 6 个芳香氢信号: δ 6.66 (1H, d, $J=7.9$ Hz), 6.65 (1H, d, $J=8.0$ Hz), 6.64 (1H, d, $J=2.3$ Hz), 6.61 (1H, d, $J=1.9$ Hz, H-1') 和 6.56 (2H, m); 偏高场区 5 个次甲基氢信号: δ 4.18 (1H, d, $J=7.8$ Hz), 3.20 (1H, dd, $J=1.2, 9.0$ Hz), 3.3 (1H, o) 和 3.25 (2H, m), 3 组亚甲基氢信号 [δ 3.56 (1H, m, a), 3.65 (1H, m, b)], [δ 3.65 (1H, m, a), 3.86 (1H, m, b)], [δ 3.56 (1H, m, a), 3.86 (1H, m, b)], 2 组甲氧基氢信号: δ 3.73 (6H, s); 高场区有 2 个次甲基氢信号: δ 2.05 (2H, m), 2 组亚甲基氢信号: δ 2.64 (4H, m)。 $^{13}\text{C-NMR}$ (100 MHz, CD_3OD) 共显示 26 个碳信号, 结合 DEPT 谱图, 确认低场区有 6 个 SP^2 杂化的季碳信号: δ 148.8, 148.8, 145.4, 145.5, 134.0, 134.0; 6 个 SP^2 杂化的叔碳信号: δ 122.8, 122.7, 113.6, 113.4, 115.8 $\times 2$ 。 偏高场区有 5 个次甲基碳信号: δ 104.6, 78.2, 78.0, 75.2 和 71.7; 3 个亚甲基碳信号: δ 70.4, 62.8 和 62.8; 2 个甲氧基碳信号: δ 56.3 $\times 2$ 。 高场区有 2 个次甲基碳信号: δ 44.0 和 41.6; 2 个亚甲基碳信号: δ 35.6 和 35.5。 分析以上碳氢信号, 结合分子式及不饱和度, 结构中去除一个六碳糖和 2 个甲氧基后, 还剩余 18 个碳信号, 其中 12 个 SP^2 杂化的碳信号提示为两苯环, 6 个饱和碳信号为两个丙醇片段, 结合 8 个不饱和度, 提示是 2 个开环的苯丙醇结构单元。 因此, 推断化合物 I 为木脂素糖苷。

将化合物 I 进行酸水解, 与标准糖共薄层色谱展开, 检测到葡萄糖。 由于糖的端基碳信号为 δ 104.6, 氢信号为 δ 4.18 (1H, d, $J=7.8$ Hz), 说明是 β 构型。 将化合物的碳氢数据与文献中报道的数据进行对比, 基本一致^[4]。 因此, 鉴定化合物 I 为开环异落叶松脂素-9'-O- β -D-吡喃葡萄糖苷。

化合物 II: 白色粉末, 由 ESI-MS m/z 355 [$\text{M}+\text{Na}$] $^+$ 和 331 [$\text{M}-\text{H}$] $^-$, 推出化合物 II 相对分子质量为 332, 结合 $^1\text{H-NMR}$ 和 $^{13}\text{C-NMR}$ 波谱数据确定分子式为 $\text{C}_{14}\text{H}_{20}\text{O}_9$ 。 $^1\text{H-NMR}$ (400 MHz, $\text{DMSO}-d_6$) δ : 9.18 (1H, s, 4-OH), 6.06 (2H, s, H-3, 5), 4.64 (1H, d, $J=7.3$ Hz, H-1'), 3.68 (6H, s, $2\times\text{OCH}_3$), 3.60 (1H, br s, $J=11.5$ Hz, H-6' α), 3.42 (1H, dd, $J=5.7, 11.5$ Hz, H-6' β); $^{13}\text{C-NMR}$ (100 MHz, $\text{DMSO}-d_6$) δ : 153.9 (C-4), 153.1 (C-2, 6), 127.5 (C-1), 103.5 (C-1'), 93.8 (C-3, 5), 77.0 (C-5'), 76.4 (C-3'), 74.2 (C-2'), 70.0 (C-4'), 61.0 (C-6'), 56.1 ($2\times\text{OCH}_3$)。 以上波谱数据与文献对照一致^[5], 故鉴定化合

物 II 为 2,6-二甲氧基-4-羟基苯酚-1-O- β -D-葡萄糖苷。

化合物 N: 淡黄色粉末, 由 ESI-MS m/z 205 [$\text{M}+\text{Na}$] $^+$ 和 181 [$\text{M}-\text{H}$] $^-$, 推出化合物 N 的相对分子质量为 182, 结合 $^1\text{H-NMR}$ 和 $^{13}\text{C-NMR}$ 波谱数据确定化合物 N 的分子式为 $\text{C}_9\text{H}_{10}\text{O}_4$ 。 $^1\text{H-NMR}$ (400 MHz, CD_3OD) δ : 9.73 (1H, s, H-7), 7.21 (2H, s, H-2, 6), 3.90 (6H, s, $2\times\text{OCH}_3$); $^{13}\text{C-NMR}$ (100 MHz, CD_3OD) δ : 192.9 (C-7), 149.7 (C-3, 5), 144.1 (C-4), 129.1 (C-1), 108.4 (C-2, C-6), 56.9 ($2\times\text{OMe}$)。 以上理化性质和波谱数据与文献对照一致^[6], 故鉴定化合物 N 为丁香醛。

化合物 V: 黄色油状物, 由 ESI-MS m/z 487 [$\text{M}+\text{Na}$] $^+$ 和 463 [$\text{M}-\text{H}$] $^-$; $^1\text{H-NMR}$ (400 MHz, CD_3OD) δ : 6.47 (2H, s, H-2, 6), 4.96 (1H, d, $J=2.6$ Hz, H-1'), 4.72 (1H, d, $J=7.4$ Hz, H-1'), 4.02 (1H, dd, $J=1.2, 10.7$ Hz, H-6'), 3.94 (1H, d, $J=9.7$ Hz, H-4'), 3.87 (1H, d, $J=2.6$ Hz, H-2'), 3.81 (6H, s, $2\times\text{OCH}_3$), 3.73 (1H, d, $J=9.7$ Hz, H-4'), 3.54 (2H, s, H-5'); $^{13}\text{C-NMR}$ (100 MHz, CD_3OD) δ : 152.3 (C-1), 149.4 (C-3, 5), 132.3 (C-4), 110.9 (C-1'), 103.9 (C-1'), 97.1 (C-2, 6), 80.5 (C-3'), 78.0 (C-3'), 77.9 (C-2'), 76.9 (C-5'), 74.9 (C-4'), 74.9 (C-2'), 71.6 (C-4'), 68.7 (C-6'), 65.5 (C-5'), 56.9 ($2\times\text{OCH}_3$)。 以上波谱数据与文献对照一致^[7], 故鉴定化合物 V 为 3,5-二甲氧基-4-羟基苯酚-1-O- β -D-芹糖基-(1 $\rightarrow$ 6)-O- β -D-葡萄糖苷。

化合物 VI: 白色粒状结晶, mp 282~283 $^{\circ}\text{C}$, Liebermann-Buchard 反应及 Molish 反应阳性。 $^{13}\text{C-NMR}$ 波谱数据与胡萝卜苷标准谱图一致, 而且此化合物与胡萝卜苷标准品共薄层色谱, 它们的 Rf 值一致, 故鉴定化合物 VI 为胡萝卜苷。

参考文献:

- [1] 江苏新医学院. 中药大辞典 [M]. 上海: 上海人民出版社, 2001.
- [2] Wen P, Han H Y, Wang N L, et al. C-Glycosylflavones and aromatic glycosides from *Campylotropis hirtella* (Franch.) Schindl. [J]. *Asian J Tradit Med*, 2007, 2(4): 149-153.
- [3] 薛培凤, 路新华, 梁 鸿, 等. 多裂委陵菜中的四甲氧基萜型单萜苷 [J]. 中国中药杂志, 2005, 20(13): 983-986.
- [4] Shogo I, Mamami S, Hiroshi K, et al. Aromatic glycosides from *Berchemia racemosa* [J]. *Phytochemistry*, 1987, 26(10): 2811-2814.
- [5] 肖 瑛, 李建北, 丁 怡. 毛大丁草化学成分的研究 [J]. 中草药, 2003, 34(1): 109-111.
- [6] 杨序娟, 黄文秀, 王乃利, 等. 接骨木中的酚酸类化合物及其对大鼠类成骨细胞 UMR106 增殖及分化的影响 [J]. 中草药, 2005, 36(11): 1604-1607.
- [7] Tripathi K, Pyoji K, Kazuo Y. Iridoid and phenolic diglycosides from *Canthium bereridifolium* [J]. *Phytochemistry*, 2002, 61: 461-464.

毛杭子梢化学成分的研究

作者：[文屏](#)，[韩慧英](#)，[王乃利](#)，[姚新生](#)
作者单位：[文屏, 韩慧英, 姚新生 \(沈阳药科大学中药学院, 辽宁, 沈阳, 110016\)](#)，[王乃利 \(沈阳药科大学中药学院, 辽宁, 沈阳, 110016; 深圳市创新中药及天然药物研究重点实验室, 广东深圳, 518057\)](#)
刊名：[中草药](#) [ISTIC](#) [PKU](#)
英文刊名：[CHINESE TRADITIONAL AND HERBAL DRUGS](#)
年，卷(期)：2008, 39 (8)

参考文献(7条)

1. [江苏新医学院 中药大辞典](#) 2001
2. [Wen P, Han H Y, Wang N L C-Glycosylfavones and aromatic glycosides from Campylotropis hirtella \(Franch.\) Schindl](#) 2007 (04)
3. [薛培凤, 路新华, 梁鸿 多裂委陵菜中的四甲基环己烯型单萜苷](#) [期刊论文]-[中国中药杂志](#) 2005 (13)
4. [Shogo I, Mamami S, Hiroshi K Aromatic glycosides from Berchemia ractmosa](#) 1987 (10)
5. [肖瑛, 李建北, 丁怡 毛大丁草化学成分的研究](#) [期刊论文]-[中草药](#) 2003 (01)
6. [杨序娟, 黄文秀, 王乃利 接骨木中的酚酸类化合物及其对大鼠类成骨细胞UMR106增殖及分化的影响](#) [期刊论文]-[中草药](#) 2005 (11)
7. [Tripetch K, Pyoji K, Kazuo Y Iridoid and phenolic diglycosides from Canthium bereridifolium](#) [外文期刊] 2002 (4)

本文读者也读过(10条)

1. [席一, 陶建平, 王永健, 李媛, 余小红, XI Yi, TAO Jian-ping, WANG Yong-jian, LI Yuan, YU Xiao-hong 岷江上游退化灌丛优势种的光合特性研究](#) [期刊论文]-[西南大学学报 \(自然科学版\)](#) 2007, 29 (4)
2. [韩素贞, 陈文新 分离自杭子梢等3个宿主的根瘤菌的表型分析](#) [期刊论文]-[微生物学通报](#) 2003, 30 (2)
3. [郑健, 刘玉珍, 李军, 郑璐, 吴立军, 刘湘杰, ZHENG Jian, LIU Yu-zhen, LI Jun, ZHENG Lu, WU Li-jun, LIU Xiang-jie 反相高效液相色谱法测定刺五加注射液中丁香苷的含量](#) [期刊论文]-[中成药](#) 2000, 22 (4)
4. [韩素贞 几株分离自杭子梢和菜豆的根瘤菌的结瘤固氮特性研究](#) [会议论文]-2006
5. [李宁, 李文, 沙沂, 何建勇, 姜其华, 李铤, LI Ning, LI Wen, SHA Yi, HE Jian-yong, JIANG Qi-hua, LI Xian 多烯大环内酯抗生素——鲁丝霉素的结构解析](#) [期刊论文]-[波谱学杂志](#) 2008, 25 (4)
6. [任艳丽, 唐前瑞, 张植, 陈丽, 何红平, 郝小江, REN Yan-li, TANG Qian-rui, ZHANG Zhen, CHEN Li, HE Hong-ping, HAO Xiao-jiang 中华青牛胆的化学成分研究](#) [期刊论文]-[天然产物研究与开发](#) 2008, 20 (2)
7. [李庆勇, 付玉杰, 牟璠松, 祖元刚 大孔吸附树脂提取刺五加 \(Acanthopanax senticosus\) 丁香苷](#) [期刊论文]-[应用化学](#) 2003, 20 (12)
8. [李想, 姚燕华, 郑毅男, 林文翰, ISABEL Sattler, LI Xiang, YAO Yan-hua, ZHENG Yi-nan, LIN Wen-han, ISABEL Sattler 海洋真菌中Actinopyrone A and C的分离与结构解析](#) [期刊论文]-[波谱学杂志](#) 2007, 24 (3)
9. [曹建国, 赵则海, 王文杰, 付玉杰, 祖元刚, CAO Jian-Guo, ZHAO Ze-Hai, Wang Wen-Jie, FU Yu-Jie, ZU Yuan-Gang 天然次生林三种不同生境刺五加丁香苷和总黄酮含量的研究](#) [期刊论文]-[植物研究](#) 2005, 25 (2)
10. [郑立, 韩笑天, 陈海敏, 林伟, 严小军 海洋细菌细胞毒代谢产物的分离及其结构解析](#) [期刊论文]-[现代中药研究与实践](#) 2004, 18 (z1)