

380; +NaOAc: 276, 341; NaOAc/H₃BO₃: 268, 335。
 水解后苷元的 UV 数据与化合物 IV 一致。IR ν_{\max}^{KBr}
 (cm⁻¹): 3 435 (OH), 1 654 (CO), 1 612, 1 599,
 1 502, 1 445 (芳环)。¹H-NMR (DMSO-d₆, δ):
 3.18~3.52 (6H, m, H-2''~6''), 3.74 (1H, m, C₆-
 OH), 4.55 (1H, m, C₂-OH), 4.99 (1H, m, C₃-OH),
 5.07 (1H, d, J=7.5 Hz, H-1''), 5.32 (1H, m, C₄-
 OH), 6.44 (1H, dd, J=8.5, 2.5 Hz, H-3', 5'), 7.94
 (2H, dd, J=8.5, 2.5 Hz, H-2', 6'), 10.31 (1H, s,
 C₄'-OH), 12.94 (1H, s, C₅-OH)。¹³C-NMR (DMSO-
 d₆, δ): 163.67 (C-2), 102.79 (C-3), 181.63 (C-4),
 161.41 (C-5), 98.77 (C-6), 164.06 (C-7), 93.88 (C-
 8), 157.24 (C-9), 103.66 (C-10), 121.16 (C-1'),
 128.33 (C-2', 6'), 115.88 (C-3', 5'), 161.07 (C-4'),
 99.91 (C-1''), 73.06 (C-2''), 76.39 (C-3''), 69.55 (C-
 4''), 77.12 (C-6'')。以上数据与洋芹素-7-O- β -D-葡萄
 糖苷文献报道一致^[10], 故化合物 V 为洋芹素-7-O- β -
 D-葡萄糖苷。

References:

[1] How F C. *A Dictionary of Families and Genera of Chinese*

Seed Plants (中国种子植物科属词典) [M]. Beijing: Science Press, 1982.

[2] Jiangsu New Medical College. *Dictionary of Chinese Materia Medica* (中药大辞典) [M]. Shanghai: Shanghai People's Publishing House, 1977.
 [3] Xie J X, Lin Q Y, Wang Q W, et al. Pharmacological study on compound of *Mallotus apelta* [J]. *Guangxi J Tradit Chin Med* (广西中医药), 1994, 17(2): 45-49.
 [4] Fan X M, Wang R Q, Xie J X, et al. Clinical and experimental study on compound of *Mallotus apelta* in acute gastroduodenal hemorrhage [J]. *J Emerg Syndromes Tradit Chin Med* (中国中医急症), 1993, 2(5): 198-200.
 [5] Cong P Z. *Application of Mass Spectrum in Natural Organic Chemistry* (质谱学在天然有机化学中的应用) [M]. Beijing: Science Press, 1987.
 [6] Rao E V, Sridhar P, Prasad X R. Two prenylated flavanones from *Mundulea suberosa* [J]. *Phytochemistry*, 1997, 46(7): 1271-1274.
 [7] Parsons I C, Gray A L, Waterman P G. New triterpenes and flavonoids from the leaves of *Bosistoa brassi* [J]. *J Nat Prod*, 1993, 56(1): 46-53.
 [8] Sakurai N, Yagush Y, Inoue T. Triterpenoids from *Myrtica rubra* [J]. *Phytochemistry*, 1987, 26(1): 217-219.
 [9] Chi S P, Xue B W, Chen H S. The chemical constituents of flavonoids from *Liaoxi propolis* [J]. *Chin Pharm J* (中国药理学杂志), 1996, 31(5): 264-266.
 [10] Zhou H L, Yuain J R. Studies on the chemical constituents of *Ixeris chinesis* [J]. *Chin Tradit Herb Drugs* (中草药), 1996, 27(5): 267-268.

盾叶木中具蛋白酪氨酸磷酸酶 1B 抑制活性的三萜类成分

马 明, 王素娟, 李 帅, 杨永春, 石建功*, 叶 菲, 田金英

(中国医学科学院 中国协和医科大学药物研究所, 北京 100050)

摘要: 目的 研究盾叶木 *Macaranga adenantha* 枝的化学成分并进行蛋白酪氨酸磷酸酶 1B (PTP1B) 抑制活性和人肿瘤细胞毒活性筛选。方法 用硅胶和凝胶色谱分离化合物, 用波谱学等方法鉴定结构; 分别以体外酶学方法和 MTT 法测定化合物 PTP1B 抑制活性和细胞毒活性。结果 从盾叶木乙醇提取物中分离得到 8 个化合物, 分别鉴定为: 齐墩果酸 (I)、 β -乙酰基齐墩果酸 (II)、 β -乙酰基齐墩果酸甲酯 (III)、 β , 28-二羟基-12-烯-齐墩果烷 (IV)、 $2\alpha, 3\beta$ -二羟基齐墩果酸 (V)、 β -乙酰氧基-11-烯-齐墩果烷-28, 13-内酯 (VI)、 β -乙酰氧基-11 $\alpha, 12\alpha$ -环氧-齐墩果烷-28, 13-内酯 (VII)、 β -O-乙酰基木油醇酸 (VIII)。化合物 I、IV、V、VIII 抑制 PTP1B 酶的 IC₅₀ 分别为 (7.2 \pm 0.3)、(12.4 \pm 5.5)、(6.2 \pm 0.9)、(7.6 \pm 1.7) μ g/mL, 所有化合物抑制几种肿瘤细胞的 IC₅₀ 均大于 10 μ g/mL。结论 8 个化合物均为首次从该属植物中得到。化合物 I、IV、V、VIII 为 PTP1B 酶抑制剂, 所有化合物均无细胞毒活性。

关键词: 盾叶木; 蛋白酪氨酸磷酸酶 1B (PTP1B); 三萜

中图分类号: R284.1

文献标识码: A

文章编号: 0253-2670(2006)08-1128-04

Triterpenes with protein tyrosine phosphatase 1B inhibitory activity from *Macaranga adenantha*

MA Ming, WANG Su-juan, LI Shuai, YANG Yong-chun, SHI Jian-gong, YE Fei, TIAN Jin-ying

(Institute of Materia Medica, Chinese Academy of Medical Sciences and Peking Union

Medical College, Beijing 100050, China)

Abstract; Objective To investigate the chemical constituents of *Macaranga adenantha*, and assay protein tyrosine phosphatase 1B (PTP1B) inhibitory activity and cytotoxicity to human cancer cell lines. **Methods** Column and preparative TLC techniques over silica gel and Sephadex LH-20 column chromatography were used to separate and purify the chemical constituents. The structures were elucidated by spectroscopic methods. PTP1B and several human cancer cell lines were used to evaluate bioactivities of the compounds by enzymology methods and MTT methods, respectively. **Results** Eight compounds were obtained and their structures were identified as: oleanolic acid (I), 3 β -acetoxy-olean-12-en-oic acid (II), 3 β -acetoxy-olean-12-en-28-oic acid methyl ester (III), 3 β , 28-dihydroxy-12-en-olean (IV), 2 α , 3 β -dihydroxy-12-en-28-oic acid (V), 3 β -acetoxy-11-en-olean-28, 13-olide (VI), 3 β , 28-dihydroxy-12-en-olean, 12 α -epoxy-olean-28, 13-olide (VII), 3 β -O-acetyl aleuritolic acid (VIII). Compounds I, IV, V, and VIII showed PTP1B inhibitory activities with IC₅₀ (7.2 \pm 0.3), (12.4 \pm 5.5), (6.2 \pm 0.9), (7.6 \pm 1.7) μ g/mL, respectively. IC₅₀ of all compounds against several human cancer cell lines were larger than 10 μ g/mL. **Conclusion** All compounds are isolated from plants of *Macaranga* Thou. for the first time. Compounds I, IV, V, and VIII are PTP1B inhibitors. All compounds are inactive against several human cancer cell lines.

Key words: *Macaranga adenantha* Gagnep.; protein tyrosine phosphatase 1B (PTP1B); triterpenes

盾叶木 *Macaranga adenantha* Gagnep. 是大戟科铁苋菜亚科血桐属植物,乔木,高 3~10 m,产于我国广东中西部、广西、贵州西南部、云南东南部^[1]。血桐属 *Macaranga* Thou. 植物资源丰富,但其化学成分的研究较少,仅从本属几种植物叶中得到一些鞣质类成分^[2,3]和黄酮类成分^[4-6];另外,从树枝中得到几个三萜类成分和甾体类成分^[7];但未见相关药理作用的研究报道。为了从资源丰富的盾叶木中获得结构多样的化合物,在不同模型上进行筛选评价,作者对其化学成分进行了初步研究,从中分离得到 8 个三萜类化合物,其中有 4 个化合物对蛋白酪氨酸磷酸酶 1B(PTP1B)有一定的抑制作用。

1 仪器与材料

Agilent 1100 SL 离子阱质谱仪(配有 APPI 和 ESI 离子源),Inova 500 M 核磁共振仪,XT4-100x 显微熔点测定仪。柱色谱硅胶(160~200 目)及薄层色谱硅胶均为青岛海洋化工厂制造。盾叶木药材来自广西,经广西柳州林业局龙光日工程师鉴定。

2 提取分离

干燥粉碎的盾叶木树枝 8.1 kg,用 95%乙醇超声提取 2 次(每次 40 min),药渣再用 95%乙醇加热回流提取 1 次(2 h),超声提取液和加热回流提取液经硅胶薄层色谱检测,发现成分组成一致,合并,浓缩后得总浸膏 500 g。总浸膏用水悬浮溶解,以醋酸乙酯萃取,得萃取物 51.3 g。醋酸乙酯萃取物用硅胶柱(160~200 目)色谱分离,石油醚-醋酸乙酯为流动相梯度洗脱,薄层色谱检查,合并组成相似的洗脱

液,得到 17 个洗脱部分。其中第 1 部分[石油醚-醋酸乙酯(50:1)]1.1 g 经浓缩后,用石油醚溶解,不溶物滤过,石油醚反复洗涤得到化合物 III(46 mg);第 2 部分[石油醚-醋酸乙酯(36:1)]2.1 g 石油醚不溶物滤过,并用石油醚反复洗涤得到化合物 VIII(65 mg);第 4 部分[石油醚-醋酸乙酯(30:1)]0.6 g 石油醚不溶物滤过,再用石油醚反复洗涤得到白色粉末,此白色粉末用硅胶柱色谱分离,石油醚-醋酸乙酯(30:1)洗脱得到化合物 I(17 mg);石油醚溶解物用硅胶制备薄层色谱分离,石油醚-醋酸乙酯(9:1)展开得到化合物 VI(9 mg)。第 6 部分[石油醚-醋酸乙酯(15:1)]3.5 g 石油醚不溶物滤过,用硅胶柱色谱分离,石油醚-醋酸乙酯(12:1)洗脱得到化合物 VII(6.5 mg)。第 7 部分[石油醚-醋酸乙酯(10:1)]3.3 g 石油醚不溶物滤过,再用石油醚反复洗涤得到白色粉末,此白色粉末用硅胶柱色谱分离,石油醚-醋酸乙酯(9:1)洗脱得到 IV(8 mg)。第 8 部分[石油醚-醋酸乙酯(7:1)]4.2 g 用凝胶色谱分离,石油醚-氯仿-甲醇(5:5:1)洗脱,薄层色谱检测,合并得到 4 部分,其中第 2 部分 1.3 g 用硅胶柱色谱分离,石油醚-醋酸乙酯(3:1),洗脱得到化合物 V(150 mg)和 I(70 mg)。

3 结构鉴定

化合物 I:白色结晶(石油醚-醋酸乙酯),mp > 300 °C。MS、¹H-NMR 和 ¹³C-NMR 光谱数据与齐墩果酸数据一致^[8]。

化合物 II:白色结晶(石油醚-醋酸乙酯),mp

248~250 °C。(+)ESI-MS m/z : 521 $[M+Na]^+$, 439 $[M-CH_3COO]^+$ 。(+)ESI-MS² m/z (521): $[M-COOH+Na+H]^+$ 。¹H-NMR (CD₃COCD₃, 500 MHz) δ : 0.80 (3H, s, CH₃), 0.85 (3H, s, CH₃), 0.86 (3H, s, CH₃), 0.91 (3H, s, CH₃), 0.93 (3H, s, CH₃), 0.96 (3H, s, CH₃), 1.18 (3H, s, CH₃), 1.98 (3H, s, CH₃), 4.44 (1H, dd, $J=11.5, 5.5$ Hz, H-3), 5.23 (1H, t, $J=3.5$ Hz, H-12)。¹³C-NMR (CD₃COCD₃, 125 MHz) δ : 38.8 (C-1), 24.2 (C-2), 81.0 (C-3), 38.3 (C-4), 56.0 (C-5), 18.9 (C-6), 33.5 (C-7), 40.1 (C-8), 48.3 (C-9), 37.7 (C-10), 23.7 (C-11), 122.9 (C-12), 144.9 (C-13), 42.5 (C-14), 28.4 (C-15), 24.1 (C-16), 46.8 (C-17), 42.2 (C-18), 46.8 (C-19), 31.3 (C-20), 34.4 (C-21), 33.3 (C-22), 28.4 (C-23), 17.1 (C-24), 15.7 (C-25), 17.6 (C-26), 26.2 (C-27), 178.8 (C-28), 33.3 (C-29), 23.8 (C-30), 170.7 (CH₃CO-), 21.0 (CH₃CO-)。以上数据与 3 β -乙酰基齐墩果酸数据一致^[9]。

化合物 III: 白色结晶(石油醚-醋酸乙酯), mp 214~217 °C。MS、¹H-NMR、¹³C-NMR 数据与 3 β -乙酰基齐墩果酸甲酯数据一致^[9]。

化合物 IV: 白色粉末(石油醚), mp 208~210 °C。(+)ESI-MS m/z : 465 $[M+Na]^+$ 。¹H-NMR (CD₃COCD₃, 500 MHz) δ : 0.81 (3H, s, CH₃), 0.91 (6H, s, 2CH₃), 0.98 (3H, s, CH₃), 0.99 (3H, s, CH₃), 1.01 (3H, s, CH₃), 1.21 (3H, s, CH₃), 3.17 (1H, br. d, $J=8.5$ Hz, H-28), 3.36 (1H, d, $J=5.0$ Hz, 3-OH), 3.42 (1H, t, $J=3.5$ Hz, 28-OH), 3.52 (1H, dd, $J=10.0, 5.5$ Hz, H-3), 5.21 (1H, t, $J=3.5$ Hz, H-12)。¹³C-NMR (CD₃COCD₃, 125 MHz) δ : 38.8 (C-1), 27.5 (C-2), 77.9 (C-3), 38.9 (C-4), 55.5 (C-5), 18.5 (C-6), 32.8 (C-7), 40.0 (C-8), 47.9 (C-9), 37.0 (C-10), 23.6 (C-11), 122.2 (C-12), 144.9 (C-13), 41.8 (C-14), 25.7 (C-15), 22.2 (C-16), 37.1 (C-17), 42.6 (C-18), 46.8 (C-19), 31.0 (C-20), 34.3 (C-21), 31.3 (C-22), 28.0 (C-23), 15.7 (C-24), 15.3 (C-25), 16.5 (C-26), 25.7 (C-27), 68.5 (C-28), 33.0 (C-29), 23.0 (C-30)。以上数据与 3 β , 28-二羟基-12-烯-齐墩果烷数据一致^[10]。

化合物 V: 白色粉末(醋酸乙酯), mp 257~259 °C。MS、¹H-NMR、¹³C-NMR 数据与 2 α -3 β -二羟基齐墩果酸数据一致^[11]。

化合物 VI: 白色粉末(丙酮), mp 232~234 °C。

(+)ESI-MS m/z : 519 $[M+Na]^+$, 497 $[M+H]^+$ 。¹H-NMR (CD₃COCD₃, 500 MHz) δ : 0.89 (3H, s, CH₃), 0.90 (3H, s, CH₃), 0.94 (3H, s, CH₃), 0.99 (3H, s, CH₃), 1.01 (3H, s, CH₃), 1.07 (3H, s, CH₃), 1.16 (3H, s, CH₃), 2.02 (3H, s, CH₃), 4.48 (1H, dd, $J=11.5, 5.0$ Hz, H-3), 5.50 (1H, dd, $J=10.5, 3.0$ Hz, H-11), 6.12 (1H, d, $J=10.5$ Hz, H-12)。¹³C-NMR (CDCl₃, 125 MHz) δ : 37.9 (C-1), 23.3 (C-2), 80.6 (C-3), 37.8 (C-4), 54.8 (C-5), 17.5 (C-6), 34.3 (C-7), 41.4 (C-8), 53.1 (C-9), 36.3 (C-10), 135.7 (C-11), 127.2 (C-12), 89.7 (C-13), 41.6 (C-14), 25.4 (C-15), 21.3 (C-16), 44.0 (C-17), 50.5 (C-18), 37.3 (C-19), 31.4 (C-20), 31.1 (C-21), 27.1 (C-22), 27.7 (C-23), 16.0 (C-24), 18.0 (C-25), 18.2 (C-26), 19.0 (C-27), 180.0 (C-28), 33.3 (C-29), 23.5 (C-30), 170.9 (CH₃CO-), 21.3 (CH₃CO-)。以上数据与 3 β -乙酰氧基-11-烯-齐墩果烷-28,13-内酯数据一致^[12]。

化合物 VII: 白色粉末(丙酮), mp >300 °C。(+)ESI-MS m/z : 535 $[M+Na]^+$ 。¹H-NMR (CD₃COCD₃, 500 MHz) δ : 0.86 (3H, s, CH₃), 0.88 (3H, s, CH₃), 0.98 (3H, s, CH₃), 1.00 (3H, s, CH₃), 1.05 (3H, s, CH₃), 1.08 (3H, s, CH₃), 1.17 (3H, s, CH₃), 2.00 (3H, s, CH₃CO-), 3.01 (1H, d, $J=3.5$ Hz, H-12), 3.07 (1H, dd, $J=4.0, 2.0$ Hz, H-11), 4.48 (1H, dd, $J=11.5, 5.0$ Hz, H-3)。¹³C-NMR (CD₃COCD₃, 125 MHz) δ : 37.8 (C-1), 23.3 (C-2), 80.1 (C-3), 37.8 (C-4), 54.4 (C-5), 17.5 (C-6), 31.1 (C-7), 40.7 (C-8), 49.5 (C-9), 36.6 (C-10), 52.2 (C-11), 56.9 (C-12), 87.0 (C-13), 41.5 (C-14), 26.8 (C-15), 21.4 (C-16), 43.8 (C-17), 50.8 (C-18), 37.8 (C-19), 31.4 (C-20), 34.2 (C-21), 27.3 (C-22), 27.3 (C-23), 15.9 (C-24), 16.8 (C-25), 18.5 (C-26), 19.9 (C-27), 178.7 (C-28), 32.7 (C-29), 23.3 (C-30), 170.1 (CH₃CO-), 20.4 (CH₃CO-)。以上数据与 3 β -乙酰氧基-11 α , 12 α -环氧-齐墩果烷-28,13-内酯数据一致^[13]。

化合物 VIII: 白色结晶(石油醚-醋酸乙酯), mp 288~290 °C。(+)APPIMS m/z : 439 $[M-CH_3COO]^+$ 。¹H-NMR (CDCl₃, 500 MHz) δ : 0.85 (3H, s, CH₃), 0.88 (3H, s, CH₃), 0.91 (3H, s, CH₃), 0.92 (3H, s, CH₃), 0.94 (3H, s, CH₃), 0.95 (3H, s, CH₃), 2.04 (3H, s, CH₃), 4.47 (1H, dd, $J=10.5, 5.5$ Hz, H-3), 5.52 (1H, dd, $J=8.0, 3.5$ Hz, H-

15), 11.55 (1H, br. s, COOH). $^{13}\text{C-NMR}$ (CDCl_3 , 125 MHz) δ : 37.3 (C-1), 23.4 (C-2), 80.8 (C-3), 37.6 (C-4), 55.6 (C-5), 17.3 (C-6), 40.7 (C-7), 39.0 (C-8), 49.0 (C-9), 37.9 (C-10), 18.7 (C-11), 33.3 (C-12), 37.4 (C-13), 160.5 (C-14), 116.8 (C-15), 31.3 (C-16), 51.5 (C-17), 41.4 (C-18), 35.3 (C-19), 29.3 (C-20), 33.6 (C-21), 30.7 (C-22), 27.9 (C-23), 16.6 (C-24), 26.1 (C-25), 15.6 (C-26), 22.4 (C-27), 184.1 (C-28), 31.8 (C-29), 28.6 (C-30), 170.9 ($\text{CH}_3\text{CO-}$), 21.2 ($\text{CH}_3\text{CO-}$). 以上数据与 $3\beta\text{-O-乙酰基木油醇酸}$ 数据一致^[14]。

4 活性筛选

胰岛素通过胰岛素信号传导系统发挥其生物效应。在胰岛素信号传导系统中,胰岛素受体底物 I (IRS-1) 等许多重要因子均通过酪氨酸磷酸化而激活,随后又经 PTP1B 而去磷酸化而失活。因而,PTP1B 抑制剂可通过延长胰岛素信号传导通路的作用而增强机体胰岛素的作用。目前,PTP1B 已成为胰岛素增敏剂的重要靶点之一。为了寻找具有 PTP1B 抑制活性的天然产物,为研发作用于 PTP1B 的新型抗糖尿病药物提供先导结构,笔者对从盾叶木中得到的以上化合物的 PTP1B 抑制活性进行了筛选,发现化合物 I、IV、V、VIII 具有良好活性,半数抑制浓度 (IC_{50}) 分别为 (7.2 ± 0.3)、(12.4 ± 5.5)、(6.2 ± 0.9)、(7.6 ± 1.7) $\mu\text{g/mL}$, 化合物 II 和 III 未表现出明显活性。比较化合物 I、II、III、IV、V、VIII 的结构特征及其活性结果可发现,3 位的羟基未被乙酰化的三萜(化合物 I、IV、V) 有较好的活性,而 3 位的羟基被乙酰化的三萜(化合物 II、III) 均未表现出明显活性,说明 3 位游离羟基是该类化合物 PTP1B 抑制活性的必需基团。

另外,采用 MTT 法对化合物 I、II、III、V 和 VIII 进行了体外培养人肺癌细胞(A549)、肝癌细胞(Bel-7402)和结肠癌细胞(HCT-8)株的筛选,发现它们的半数杀伤浓度 (IC_{50}) 均大于 10 $\mu\text{g/mL}$, 说明无明显

的细胞毒活性。

References:

- [1] Delectis Florae Reipublicae Populatis Sinicae Agendae Academiae Sinicae Edita. *Flora Reipublicae Popularis Sinicae* (中国植物志) [M]. Tomus 44(2). Beijing: Science Press, 1996.
- [2] Lin J H, Ishimatsu M, Tanaka T, et al. Structures of macaranins and macarinins, new hydrolysable tannins possessing macaranoyl and tergalloyl ester groups, from the leaves of *Macaranga sinensis* (Baill.) Muell. -Arg. [J]. *Chem Pharm Bull*, 1990, 38(7): 1844-1851.
- [3] Lin J H, Nonaka G, Nishioka I. Isolation and characterization of seven new hydrolysable tannins from the leaves of *Macaranga tanarius* (L.) Muell. et-Arg. [J]. *Chem Pharm Bull*, 1990, 38(5): 1218-1223.
- [4] Sultana S, Ilyas M. Chromenoflavones from *Macaranga indica* [J]. *Phytochemistry*, 1986, 25(4): 953-954.
- [5] Hnawia E, Thoison T, Gueritte F, et al. A geranyl substituted flavonol from *Macaranga vedeliana* [J]. *Phytochemistry*, 1990, 29(7): 2367-2368.
- [6] Schuüz B A, Wright A D, Rali T, et al. Prenylated flavanones from leaves of *Macaranga pleiostemona* [J]. *Phytochemistry*, 1995, 40(4): 1273-1277.
- [7] Anjaneyulu A S R, Reddy D S K. Cyclopentenyl acetate: a novel tetracyclic triterpene from heartwood of *Macaranga peltata* Muell. [J]. *Indian J Chem*, 1981, 20B(12): 1033-1036.
- [8] Takahashi H, Iuchi M, Fujita Y, et al. Coumaroyl triterpenes from *Casuarina equisetifolia* [J]. *Phytochemistry*, 1999, 51(4): 543-550.
- [9] Yu D Q, Yang J S. *The Handbook of Analytical Chemistry* (分析化学手册) [M]. Fascicle 7. Beijing: Chemical Industry Press, 1999.
- [10] New W D, Benson M, Heftmann E. The location of the methylol groups in sapogenol C and erythrodiol and its biosynthetic significance [J]. *Phytochemistry*, 1981, 20(9): 2299-2300.
- [11] Kojima H, Ogura H. Triterpenoids from *Prunella vulgaris* [J]. *Phytochemistry*, 1986, 25(3): 729-733.
- [12] Chavez M I, Delgado G. Isolation and relay synthesis of 11 α -hydroperoxy diacetyl hederagenin, a novel triterpenoids derivative from *Serjania triquetra* (Sapindaceae). Biogenetic implications [J]. *Tetrahedron*, 1994, 50(13): 3869-3878.
- [13] Iwamoto M, Okabe H, Yamauchi T. Studies on the constituents of *Momordica cochinchinensis* Spreng. I. Isolation and characterization of the root saponins, momordins I, II and III [J]. *Chem Pharm Bull*, 1985, 33(1): 1-7.
- [14] Razdan T K, Harkar S, Kachroo V, et al. Phytolaccanol and epiacetylaleuritic acid, two triterpenoids from *Phytolacca acinosa* [J]. *Phytochemistry*, 1982, 21(9): 2339-2342.

保 护 环 境 保 护 植 被