

唐古特白刺叶的化学成分研究

赵建强^{1,3}, 辛海量², 蒋益萍², 梅丽娟¹, 陶燕铎^{1*}

1. 中国科学院西北高原生物研究所, 中国科学院藏药研究重点实验室, 青海 西宁 810008

2. 中国人民解放军第二军医大学药学院 生药学教研室, 上海 200433

3. 中国科学院大学, 北京 100049

摘要:目的 对唐古特白刺 *Nitraria tangutorum* 叶的化学成分进行研究。方法 采用溶剂萃取, 反复硅胶柱色谱和制备液相色谱等方法进行分离纯化, 根据理化性质及核磁数据鉴定化合物的结构。结果 从唐古特白刺叶的 95%乙醇提取物中分离得到 9 个化合物, 分别鉴定为 4-氧代-β-紫罗兰醇-β-D-吡喃葡萄糖苷 (1)、(6*R*,9*R*)-3-氧代-α-紫罗兰醇-β-D-吡喃葡萄糖苷 (2)、blumenyl C β-D-glucopyranoside (3)、blumenyl A β-D-glucopyranoside (4)、丁香树脂酚-4'-*O*-β-D-吡喃葡萄糖苷 (5)、citrusin B (6)、nikoenoside (7)、2-苯乙基-*O*-β-D-吡喃葡萄糖苷 (8) 和吲哚-3-乙基-β-D-吡喃葡萄糖苷 (9)。结论 化合物 1~9 均为首次从该属植物中分离得到, 其中, 化合物 9 的 ¹³C-NMR 数据为首次报道。

关键词: 唐古特白刺; 4-氧代-β-紫罗兰醇-β-D-吡喃葡萄糖苷; citrusin B; nikoenoside; 吲哚-3-乙基-β-D-吡喃葡萄糖苷

中图分类号: R284.1 文献标志码: A 文章编号: 0253-2670(2016)07-1090-04

DOI: 10.7501/j.issn.0253-2670.2016.07.005

Chemical constituents from leaves of *Nitraria tangutorum*

ZHAO Jian-qiang^{1,3}, XIN Hai-liang², JIANG Yi-ping², MEI Li-juan¹, TAO Yan-duo¹

1. Key Laboratory of Tibetan Medicine Research, Northwest Institute of Plateau Biology, Chinese Academy of Sciences, Xining 810008, China

2. Department of Pharmacognosy, School of Pharmacy, Second Military Medical University of PLA, Shanghai 200433, China

3. University of Chinese Academy of Sciences, Beijing 100049, China

Abstract: Objective To study the chemical constituents from the leaves of *Nitraria tangutorum*. **Methods** The chemical constituents were isolated by solvent extraction, repeated silica gel chromatography, and preparative-HPLC. Their structures were elucidated by physicochemical properties and ¹H-NMR and ¹³C-NMR data. **Results** Nine compounds were isolated from the ethanol extract of the leaves of *N. tangutorum* and their structures were identified as 4-oxo-β-ionol β-D-glycopyranoside (1), (6*R*,9*R*)-3-oxo-α-ionol β-D-glycopyranoside (2), blumenyl C β-D-glucopyranoside (3), blumenyl A β-D-glucopyranoside (4), syringaresinol-4'-*O*-β-D-glucopyranoside (5), citrusin B (6), nikoenoside (7), 2-phenylethyl-β-D-glucopyranoside (8) and indole-3-ethyl-β-D-glucopyranoside (9). **Conclusion** All the isolates are reported from the plants of *Nitraria* L. for the first time and the ¹³C-NMR data of compound 9 are also reported for the first time.

Key words: *Nitraria tangutorum* Bobr.; 4-oxo-β-ionol β-D-glycopyranoside; citrusin B; nikoenoside; indole-3-ethyl-β-D-glucopyranoside

唐古特白刺 *Nitraria tangutorum* Bobr. 是蒺藜科 (Zygophyllaceae) 白刺属 *Nitraria* L. 的一种建群性落叶灌木, 主要生长在荒漠或半荒漠地区。全球共有 12 个种, 分布于亚洲、欧洲、非洲及澳洲^[1], 作为防风固沙的优势灌木, 在生态环境保护中具有重要的作用。在我国, 白刺属植物主要分布于青海、

新疆、甘肃、宁夏、内蒙古等地, 资源十分丰富, 其中在青海省柴达木盆地分布最广^[2]。唐古特白刺的果实具有健脾胃、滋补强壮、调经活血、催乳之功效, 在民间常用于治疗脾胃虚弱、消化不良、神经衰弱、高血压、头晕、感冒、乳汁不下等症, 经常在中、藏药复方中出现^[3]。唐古特白刺叶与果实

收稿日期: 2015-12-05

基金项目: 国家自然科学基金联合项目 (U1203104); 青海省重大科技专项 (2014-GX-A3A)

作者简介: 赵建强 (1986—), 男, 中国科学院西北高原生物研究所读博士研究生, 天然药物化学。E-mail: zhaojianqiangvip@163.com

*通信作者 陶燕铎, 研究员, 天然药物化学。E-mail: tyd@nwipb.cas.cn

一样,具有滋补强身、调经活血的功能^[4-7]。在开发预防和治疗发病率很高的心脑血管疾病、神经科疾病及健脾补肾类天然药物的过程中发现唐古特白刺叶具有调节血糖、血脂、免疫和抗疲劳等功效^[8]。因此唐古特白刺资源也在营养保健食品及食品新资源开发方面前景看好。目前对唐古特白刺果实的化学成分研究较多,主要为黄酮和生物碱类,而对唐古特白刺叶中的成分研究较少^[9]。本实验从唐古特白刺叶中分离得到 9 个化合物,分别鉴定为 4-氧代-β-紫罗兰醇-β-D-吡喃葡萄糖苷(4-oxo-β-ionol β-D-glycopyranoside, **1**)、(6*R*,9*R*)-3-氧代-α-紫罗兰醇-β-D-吡喃葡萄糖苷 [(6*R*,9*R*)-3-oxo-α-ionol-β-D-glycopyranoside, **2**]、blumenyl C β-D-glucopyranoside (**3**)、blumenyl A β-D-glucopyranoside (**4**)、丁香树脂酚-4'-*O*-β-D-吡喃葡萄糖苷 (syringaresinol-4'-*O*-β-D-glucopyranoside, **5**)、citrusin B (**6**)、nikoenoside (**7**)、2-苯乙基-*O*-β-D-吡喃葡萄糖苷 (2-phenylethyl-β-D-glucopyranoside, **8**) 和吲哚-3-乙基-β-D-吡喃葡萄糖苷 (indole-3-ethyl-β-D-glucopyranoside, **9**)。化合物 **1**~**9** 均为该属植物中首次分离得到,其中,化合物 **9** 的 ¹³C-NMR 数据也为首次报道。

1 仪器与材料

Bruker AV600 型核磁共振仪 (Bruker 公司); Agilent 1200 高效液相色谱 (Agilent 公司); NP-7100 型制备液相色谱 (江苏汉邦科技有限公司); C₁₈ HCE 色谱柱 (250 mm × 20 mm, 北京华普新创科技有限公司); 柱色谱硅胶 (100~200 目), 薄层用硅胶 (青岛海洋化工厂); Fisher 色谱级甲醇, 其他试剂均为分析级 (山东禹王化工厂)。

唐古特白刺叶于 2014 年 8 月采于柴达木盆地腹地德令哈市,由中国科学院西北高原生物研究所梅丽娟研究员鉴定为唐古特白刺 *Nitraria tangutorum* Bobr. 的叶。

2 提取与分离

唐古特白刺叶 5 kg, 粉碎, 过 40 目筛, 95% 的工业乙醇加热回流提取 3 次, 每次 3 h, 料液比 1:8, 合并滤液, 滤过, 浓缩, 得浸膏 280 g。浸膏用水 (1 L) 混悬, 用盐酸调剂 pH 值约为 1, 用醋酸乙酯 (2 L) 萃取, 重复 3 次, 除掉脂溶性成分, 酸水溶液部分用氨水调节 pH 值至 10 左右, 再用醋酸乙酯 (2 L) 萃取, 重复 3 次, 得醋酸乙酯萃取物 7.1 g。取醋酸乙酯部位用 15 g 硅胶拌样上硅胶柱色谱 (100~200 目, 500 g), 以氯仿-甲醇-水 (9:1

0.1:7:3:0.5) 为洗脱系统梯度洗脱, 得到 4 个部分 Fr. 1~4, Fr. 3 (2.3 g) 以氯仿-甲醇-水 (8:2:0.2) 等度洗脱, 得到 7 个部分 Fr. 3A~3G。其中, Fr. 3B (210 mg) 在制备液相色谱上进行分离, 用乙腈-水 (5%~15%, 50 min) 进行梯度洗脱得到 5 个组分, 经 HPLC 进一步纯化得到化合物 **2** (7 mg)、**3** (5 mg)、**5** (3 mg)、**7** (14 mg) 和 **8** (17 mg); Fr. 3C (170 mg) 在制备液相色谱上进行分离, 用乙腈-水 (5%~15%, 50 min) 进行梯度洗脱得到 3 个组分, 经 HPLC 进一步纯化得到化合物 **4** (11 mg)、**6** (23 mg) 和 **9** (30 mg)。Fr. 3F 用 10% 的乙腈-水在制备液相色谱上等度洗脱并进一步纯化得到化合物 **1** (13 mg)。

3 结构鉴定

化合物 **1**: 白色粉末。¹H-NMR (600 MHz, CD₃OD) δ: 6.31 (1H, d, *J* = 16.3 Hz, H-7), 5.77 (1H, dd, *J* = 16.3, 6.3 Hz, H-8), 4.50 (1H, d, *J* = 6.1 Hz, H-9), 4.40 (1H, d, *J* = 7.8 Hz, H-1'), 3.81 (1H, dd, *J* = 11.8, 1.8 Hz, H-6'a), 3.66 (1H, m, H-6'b), 3.12~3.45 (4H, m, H-2'~5'), 2.48 (1H, t, *J* = 6.8 Hz, H-3), 1.85 (1H, t, *J* = 6.8 Hz, H-2), 1.76 (3H, s, H-13), 1.35 (3H, d, *J* = 6.4 Hz, H-10), 1.18 (3H, s, H-12), 1.17 (3H, s, H-11); ¹³C-NMR (150 MHz, CD₃OD) δ: 201.8 (C-4), 163.7 (C-6), 140.2 (C-8), 130.5 (C-5), 127.5 (C-7), 102.7 (C-1'), 78.1 (C-3'), 78.0 (C-5'), 77.2 (C-9), 75.3 (C-2'), 71.5 (C-4'), 62.6 (C-6'), 38.2 (C-2), 36.6 (C-1), 35.1 (C-3), 27.7 (C-12), 27.7 (C-11), 21.0 (C-10), 13.7 (C-13)。以上数据与文献报道一致^[10], 故鉴定化合物 **1** 为 4-氧代-β-紫罗兰醇-β-D-吡喃葡萄糖苷。

化合物 **2**: 白色粉末。¹H-NMR (600 MHz, CD₃OD) δ: 5.88 (1H, brs, H-4), 5.77 (1H, dt, *J* = 13.0, 6.5 Hz, H-7), 5.66 (1H, m, H-8), 4.40 (1H, m, H-9), 4.35 (1H, d, *J* = 7.8 Hz, H-1'), 3.82 (1H, dd, *J* = 11.8, 2.1 Hz, H-6'a), 3.66 (1H, dd, *J* = 11.8, 5.4 Hz, H-6'b), 3.14~3.37 (4H, m, H-2'~5'), 2.67 (1H, d, *J* = 9.2 Hz, H-6), 2.43 (1H, d, *J* = 16.8 Hz, H-2a), 2.04 (1H, d, *J* = 16.8 Hz, H-2b), 1.93 (3H, s, H-13), 1.29 (3H, d, *J* = 6.4 Hz, H-10), 1.03 (3H, s, H-11), 1.00 (3H, s, H-12); ¹³C-NMR (150 MHz, CD₃OD) δ: 202.0 (C-3), 165.9 (C-5), 138.3 (C-8), 128.8 (C-7), 126.1 (C-4), 102.5 (C-1'), 78.1 (C-3'), 78.0 (C-5'), 77.0 (C-9), 75.3 (C-2'), 71.5 (C-4'), 62.7 (C-6'), 56.8 (C-6), 37.1 (C-1), 28.1 (C-12), 23.8 (C-13), 27.6 (C-11), 21.0 (C-10)。以

上数据与文献报道一致^[11], 故鉴定化合物 2 为 (6*R*,9*R*)-3-氧代- α -紫罗兰醇- β -*D*-吡喃葡萄糖苷。

化合物 3: 白色粉末。¹H-NMR (600 MHz, CD₃OD) δ : 5.80 (1H, s, H-4), 4.32 (1H, d, $J = 7.7$ Hz, H-1'), 3.85 (2H, m, H-9, 6a'), 3.65 (1H, m, H-6a'), 3.46 ~ 3.03 (5H, m, H-2' ~ 5', 9), 2.46 (1H, d, $J = 17.3$ Hz, H-2a), 2.04 (4H, d, $J = 4.1$ Hz, H-13), 1.18 (3H, d, $J = 6.1$ Hz, H-10), 1.09 (3H, s, H-11), 1.00 (3H, s, H-12); ¹³C-NMR (150 MHz, CD₃OD) δ : 202.4 (C-3), 170.1 (C-5), 125.4 (C-4), 102.1 (C-1'), 78.1 (C-3'), 77.9 (C-5'), 75.5 (C-9), 75.1 (C-2'), 71.8 (C-4'), 62.9 (C-6'), 52.4 (C-6), 48.0 (C-2), 37.8 (C-8), 37.8 (C-1), 29.0 (C-12), 27.5 (C-11), 26.8 (C-7), 24.9 (C-13), 19.9 (C-10)。以上数据与文献报道一致^[12], 故鉴定化合物 3 为 blumenyl C β -*D*-glucopyranoside。

化合物 4: 白色粉末。¹H-NMR (600 MHz, CD₃OD) δ : 5.86 (3H, m, H-7, 8, 4), 4.42 (1H, m, H-9), 4.34 (1H, d, $J = 7.8$ Hz, H-1'), 3.85 (1H, dd, $J = 11.7$, 1.4 Hz, H-6'a), 3.62 (1H, m, H-6'b), 3.17 ~ 3.35 (4H, m, H-2' ~ 5'), 2.52 (1H, d, $J = 16.9$ Hz, H-2a), 2.14 (1H, d, $J = 16.9$ Hz, H-2b), 1.92 (3H, s, H-13), 1.29 (3H, d, $J = 6.4$ Hz, H-10), 1.03 (3H, s, H-12), 1.03 (3H, s, H-11); ¹³C-NMR (150 MHz, CD₃OD) δ : 201.2 (C-3), 167.2 (C-5), 135.2 (C-7), 131.5 (C-8), 127.1 (C-4), 102.7 (C-1'), 79.9 (C-6), 78.1 (C-3'), 78.0 (C-5'), 77.2 (C-9), 75.1 (C-2'), 71.6 (C-4'), 62.8 (C-6'), 50.7 (C-2), 42.4 (C-1), 24.7 (C-13), 23.4 (C-12), 21.5 (C-10), 19.5 (C-11)。以上数据与文献报道一致^[12], 故鉴定化合物 4 为 blumenyl A β -*D*-glucopyranoside。

化合物 5: 白色粉末。¹H-NMR (600 MHz, CD₃OD) δ : 6.72 (2H, s, H-2', 6'), 6.66 (2H, s, H-2, 6), 6.32 (1H, dt, $J = 11.3$, 5.0 Hz, H-7'), 4.85 (1H, d, $J = 7.2$ Hz, H-1''), 4.77 (1H, d, $J = 3.6$ Hz, H-7), 4.72 (1H, d, $J = 4.0$ Hz, H-7'), 4.29 (1H, dd, $J = 15.8$, 9.5 Hz, H-9a), 4.21 (1H, m, H-9'), 3.91 (1H, m, H-9b), 3.86 (6H, s, 3, 5-OCH₃), 3.86 (1H, m, H-6''b), 3.81 (6H, s, 3', 5'-OCH₃), 3.68 (1H, m, H-6''a), 3.50 ~ 3.35 (4H, m, H-2'' ~ 5''), 3.14 (1H, m, H-8); ¹³C-NMR (150 MHz, CD₃OD) δ : 137.5 (C-1), 112.4 (C-2), 150.4 (C-3), 147.1 (C-4), 117.6 (C-5), 120.8 (C-6), 73.9 (C-7), 87.3 (C-8), 61.5 (C-9), 134.7 (C-1'), 104.9 (C-2'), 154.5 (C-3'), 136.2 (C-4'), 154.5 (C-5'), 104.9 (C-6'), 131.3 (C-7'), 129.8 (C-8'), 63.5 (C-9'), 102.9 (C-1''), 74.9

(C-2''), 78.2 (C-3''), 71.3 (C-4''), 77.8 (C-5''), 62.5 (C-6''), 56.7 (2 \times -OCH₃), 56.6 (2 \times -OCH₃)。以上数据与文献报道一致^[13], 故鉴定化合物 5 为丁香树脂酚-4'-*O*- β -*D*-吡喃葡萄糖苷。

化合物 6: 白色粉末。¹H-NMR (600 MHz, CD₃OD) δ : 7.12 (1H, d, $J = 7.8$ Hz, H-5), 7.07 (1H, d, $J = 1.9$ Hz, H-2), 6.91 (1H, dd, $J = 7.8$, 1.9 Hz, H-6), 6.73 (2H, s, H-2', 6'), 6.54 (1H, d, $J = 15.9$ Hz, H-7'), 6.32 (1H, dt, $J = 11.3$, 5.0 Hz, H-8'), 4.94 (1H, d, $J = 5.2$ Hz, H-7), 4.85 (1H, d, $J = 7.2$ Hz, H-1''), 4.23 (1H, m, H-8), 4.21 (1H, m, H-9'), 3.88 (1H, m, H-9b), 3.86 (1H, m, H-6''b), 3.84 (3H, s, -OCH₃), 3.81 (6H, s, 2 \times -OCH₃), 3.68 (1H, m, H-6''a), 3.56 (1H, dd, $J = 12.1$, 3.5 Hz, H-9a), 3.50 ~ 3.35 (4H, m, H-2'' ~ 5''); ¹³C-NMR (150 MHz, CD₃OD) δ : 154.5 (C-3'), 154.5 (C-5'), 150.4 (C-3), 147.1 (C-4), 137.5 (C-1), 136.2 (C-4'), 134.7 (C-1'), 131.3 (C-7'), 129.8 (C-8'), 120.8 (C-6), 117.6 (C-5), 112.4 (C-2), 104.9 (C-2'), 104.9 (C-6'), 102.9 (C-1''), 87.3 (C-8), 78.2 (C-3''), 77.8 (C-5''), 74.9 (C-2''), 73.9 (C-7), 71.3 (C-4''), 63.5 (C-9'), 62.5 (C-6''), 61.5 (C-9), 56.7 (-OCH₃), 56.6 (2 \times -OCH₃)。以上数据与文献报道一致^[14], 故鉴定化合物 6 为 citrusin B。

化合物 7: 白色粉末。¹H-NMR (600 MHz, CD₃OD) δ : 6.76 (2H, brs, H-2, 6), 4.84 (1H, d, $J = 12.1$ Hz, H-7a), 4.64 (1H, d, $J = 12.1$ Hz, H-7b), 4.32 (1H, $J = 7.8$ Hz, H-1'), 3.89 (1H, dd, $J = 11.9$, 1.7 Hz, H-6'a), 3.83 (6H, s, 3, 5-OCH₃), 3.74 (3H, s, 4-OCH₃), 3.62 (1H, dd, $J = 11.9$, 5.7 Hz, H-6'b), 3.40 ~ 3.20 (4H, m, H-2' ~ 5'); ¹³C-NMR (150 MHz, CD₃OD) δ : 154.4 (C-3), 154.4 (C-5), 138.1 (C-4), 135.1 (C-1), 106.3 (C-2), 106.3 (C-6), 103.0 (C-1'), 78.1 (C-3'), 78.1 (C-5'), 75.1 (C-2'), 71.7 (C-7), 71.5 (C-4'), 62.9 (C-6'), 60.8 (4-OCH₃), 56.6 (3, 5-OCH₃)。以上数据与文献报道一致^[15], 故鉴定化合物 7 为 nikoenoside。

化合物 8: 白色粉末。¹H-NMR (600 MHz, CD₃OD) δ : 7.16 ~ 7.28 (5H, m, H-2, 3, 4, 5, 6), 4.31 (1H, d, $J = 7.8$ Hz, H-1'), 4.08 (1H, dd, $J = 16.5$, 8.1 Hz, H-9), 3.87 (1H, dd, $J = 11.9$, 1.7 Hz, H-8), 3.75 (1H, m, H-6'a), 3.69 (1H, dd, $J = 11.9$, 5.5 Hz, H-6'b), 3.43 ~ 3.17 (4H, m, H-2' ~ 5'), 2.93 (2H, m, H-7); ¹³C-NMR (150 MHz, CD₃OD) δ : 139.8 (C-1), 129.2 (C-2, 6), 129.9 (C-3, 5), 127.1 (C-4), 104.2 (C-1'), 77.9 (C-3'),

77.7 (C-5'), 74.9 (C-2'), 71.5 (C-4'), 71.4 (C-8), 62.6 (C-6'), 37.1 (C-7)。以上数据与文献报道一致^[16], 故鉴定化合物 8 为 2-苯乙基-O-β-D-吡喃葡萄糖苷。

化合物 9: 白色粉末。¹H-NMR (600 MHz, CD₃OD) δ: 7.55 (1H, d, *J* = 7.9 Hz, H-4), 7.31 (1H, d, *J* = 8.1 Hz, H-7), 7.11 (1H, s, H-2), 7.06 (1H, t, *J* = 7.5 Hz, H-6), 6.98 (1H, t, *J* = 7.4 Hz, H-5), 4.34 (1H, d, *J* = 7.8 Hz, H-1'), 4.17 (1H, dt, *J* = 15.6, 7.6 Hz, H-9a), 3.88 ~ 3.81 (2H, m, H-9b, 6'a), 3.67 (1H, dd, *J* = 11.9, 5.4 Hz, H-6'b), 3.39 ~ 3.18 (4H, m, H-2' ~ 5'), 3.07 (2H, dt, *J* = 11.6, 5.8 Hz, H-8); ¹³C-NMR (150 MHz, CD₃OD) δ: 137.9 (C-7a), 127.4 (C-3a), 123.6 (C-2), 122.2 (C-6), 119.4 (C-5), 119.2 (C-4), 112.5 (C-3), 112.1 (C-7), 104.4 (C-1'), 78.1 (C-3'), 78.0 (C-5'), 75.2 (C-2'), 71.5 (C-9), 71.3 (C-4'), 62.2 (C-6'), 26.7 (C-8)。其中氢谱数据与文献报道一致^[17], 结合 ¹³C-NMR 数据鉴定化合物 9 为吲哚-3-乙基-β-D-吡喃葡萄糖苷。

参考文献

- [1] 潘晓云, 魏小平, 尉秋实, 等. 多倍化—白刺属的系统分类、进化特征及应用前景 [J]. 植物学通报, 2003, 20(5): 632-638.
- [2] 阿布都·沙力克努尔巴衣, 潘晓玲. 白刺属植物的化学成分分析及系统学意义 [J]. 新疆大学学报: 自然科学版, 2003, 20(1): 50-54.
- [3] 王国强. 全国中草药汇编 [M]. 北京: 人民卫生出版社, 2014.
- [4] 索有瑞, 汪汉卿. 青海柴达木盆地唐古特白刺果实的降血糖作用研究 [J]. 食品科学, 2004, 25(7): 164-167.
- [5] 索有瑞, 王洪伦, 汪汉卿. 柴达木盆地唐古特白刺果实降血脂和抗氧化作用研究 [J]. 天然产物研究与开发, 2004, 16(1): 54-58.
- [6] 索有瑞, 李玉林, 王洪伦, 等. 柴达木盆地唐古特白刺果实调节免疫、抗疲劳和耐寒冷作用研究 [J]. 天然产物研究与开发, 2005, 17(6): 717-721.
- [7] 魏克强, 俞发荣, 连秀珍. 沙樱桃煎剂对肿瘤体缩小和免疫功能增强的实验研究 [J]. 中国临床康复, 2003, 7(17): 2418-2419.
- [8] 樊莲莲, 刘金荣, 赵文彬, 等. 唐古特白刺不同时期果实及叶所含黄酮的比较 [J]. 中医药导报, 2007, 13(5): 7-8.
- [9] 刘利平, 燕玲. 白刺属植物化学成分的研究现状与发展趋势 [J]. 内蒙古农业大学学报, 2009, 30(1): 310-316.
- [10] Pabst A, Barron D, Semon E, et al. 4-Oxo-β-ionol linalool glycosides from raspberry fruits [J]. *Phytochemistry*, 1992, 31(12): 4187-4190.
- [11] Pabst A, Barron D, Semon E, et al. Two diastereomeric 3-oxo-α-ionol β-D-glucosides from raspberry fruit [J]. *Phytochemistry*, 1992, 31(5): 1649-1652.
- [12] Buske A, Schmidt J, Porzel A, et al. Alkaloidal, megastigmane and lignan glucosides from *Antidesma membranaceum* (Euphorbiaceae) [J]. *Eur J Org Chem*, 2001, 18(9): 3537-3543.
- [13] Zeng C, Yu D Q. Lignan and acetylenic glycoside from *Aster auriculatus* [J]. *Phytochemistry*, 1998, 48(4): 711-717.
- [14] 林生, 张中晓, 沈云亨, 等. 菊叶千里光的一个新木脂素苷 [J]. 中国中药杂志, 2011, 36(13): 1755-1762.
- [15] Morikawa O, Tao J, Ueda K, et al. Medicinal foodstuffs. XXXI. Structures of new aromatic constituents and inhibitors of degranulation in RBL-2H3 cells from a Japanese folk medicine, the stem bark of *Acer nikoense* [J]. *Chem Pharm Bull*, 2003, 51(1): 62-67.
- [16] Piao M S, Kim M R, Lee D G, et al. Antioxidative constituents from *Buddleia officinalis* [J]. *Arch Pharm Res*, 2003, 26(6): 453-457.
- [17] Magnus V. Tryptophyl β-D-glucopyranoside: chemical synthesis, metabolism, and growth-promoting activity [J]. *Carbohydr Res*, 1979, 76(1): 261-264.