

牛蒡子花序苞片化学成分研究

唐万侠, 吴晓锋, 赵 明, 张文治, 张树军

齐齐哈尔大学化学与化学工程学院, 黑龙江 齐齐哈尔 161006

摘 要: 目的 研究牛蒡子 *Fructus arctii* 花序苞片的化学成分。方法 采用硅胶柱色谱, 高效液相色谱及重结晶等方法进行分离纯化, 通过薄层色谱和波谱数据分析进行结构鉴定。结果 从牛蒡子花序苞片正己烷萃取物中分离得到 12 个化合物, 分别鉴定为胡萝卜苷 (1)、isofouquierol (2)、(22*E*)-5 α ,8-表二氧麦角甾-6,22-二烯-3 β -醇 (3)、3 β -hydroxy-21,22-epoxyursa-20(30)-en (4)、3 β ,21 β -二醇-20(30)-烯-蒲公英甾烷 (5)、齐墩果酸 (6)、牛蒡苷元 (7)、carthamogenin (8)、咖啡酸 (9)、4(14)-桉烯-8 α ,11-二醇 (10)、monogynol A (11)、羽扇豆醇 (12)。结论 化合物 2、3、5、6、10、11 为首次从该属植物中分离得到, 化合物 12 为首次从该植物中分离得到。

关键词: 牛蒡子; 花序苞片; 牛蒡苷元; 羽扇豆醇; 胡萝卜苷

中图分类号: R284.1 文献标志码: A 文章编号: 0253-2670(2015)07-0958-04

DOI: 10.7501/j.issn.0253-2670.2015.07.004

Chemical constituents from inflorescence bracts of *Arctii Fructus*

TANG Wan-xia, WU Xiao-feng, ZHAO Ming, ZHANG Wen-zhi, ZHANG Shu-jun

College of Chemistry and Chemical Engineering, Qiqihar University, Qiqihar 161006, China

Abstract: Objective To study the chemical constituents from the inflorescence bracts of *Arctii Fructus*. **Methods** The compounds were isolated and purified by the methods of silica gel column chromatography, HPLC, and recrystallization, and the structures were elucidated by the means of spectral analysis. **Results** Twelve compounds were isolated and identified as daucosterol (1), isofouquierol (2), (22*E*)-5 α ,8-epidioxyergosta-6,22-dien-3 β -ol (3), 3 β -hydroxy-21,22-epoxyursa-20(30)-en (4), 3 β ,21 β -dihydroxy-20(30)-en-taraxastane (5), oleanolic acid (6), arctigenin (7), carthamogenin (8), caffeic acid (9), 4(14)-eudesmene-8 α ,11-diol (10), monogynol A (11), and lupeol (12). **Conclusion** Compounds 2—3, 5, 6, 10—11 are obtained from the plants of *Arctium* L. for the first time, and compound 12 is isolated from the inflorescence bracts of *Arctii Fructus* for the first time.

Key words: *Arctii Fructus*; inflorescence bracts; arctigenin; lupeol; daucosterol

牛蒡 *Arctium lappa* L. 为菊科牛蒡属两年生草本植物, 在我国分布广泛, 多见于山坡、田野、路旁、村边、灌木丛中, 在江苏、山东、河北等省有大量栽培。牛蒡子 *Arctii Fructus* 是牛蒡的干燥成熟果实, 味辛、苦, 性寒, 为著名的传统中药, 具有祛痰止咳、疏散风热、利咽消肿等功效, 用于治疗风热感冒、肺热咳嗽、咽喉肿痛等症^[1]。现代药理学研究证明牛蒡子具有抗菌、抗肿瘤、抗流感病毒、降血糖等多种药理活性^[2]。其主要活性成分为牛蒡子苷和牛蒡苷元、牛蒡酚及牛蒡素等^[3], 此外还含有蛇麻脂醇和 β -胡萝卜苷等萜类成分以及多种挥发油和脂肪酸类成分^[2]。

牛蒡子花序苞片为牛蒡子的外壳部分, 为了进一步开发利用牛蒡野生植物资源, 本实验对牛蒡子

花序苞片乙醇提取部位的正己烷萃取物进行化学成分研究, 从中分离得到 12 个化合物, 分别鉴定为胡萝卜苷 (daucosterol, 1)、isofouquierol (2)、(22*E*)-5 α ,8-表二氧麦角甾-6,22-二烯-3 β -醇 [(22*E*)-5 α ,8-epidioxyergosta-6,22-dien-3 β -ol, 3]、3 β -hydroxy-21,22-epoxyursa-20(30)-en (4)、3 β ,21 β -二醇-20(30)-烯-蒲公英甾烷 [3 β ,21 β -dihydroxy-20(30)-en-taraxastane, 5]、齐墩果酸 (oleanolic acid, 6)、牛蒡苷元 (arctigenin, 7)、carthamogenin (8)、咖啡酸 (caffeic acid, 9)、4(14)-桉烯-8 α ,11-二醇 [4(14)-eudesmene-8 α ,11-diol, 10]、monogynol A (11)、羽扇豆醇 (lupeol, 12)。其中化合物 2、3、5、6、10、11 为首次从该属植物中分离得到, 化合物 12 为首次从该植物的花序苞片中分离得到。

收稿日期: 2014-10-29

基金项目: 教育部留学回国人员科研启动基金 (教外司留 [2011] 1139 号-42); 黑龙江省博士后资助经费项目 (LBH-Z10234)

作者简介: 唐万侠 (1972—), 女, 博士, 研究方向为天然产物分离、结构鉴定与修饰。E-mail: twxzlh@126.com

1 仪器与材料

X-6 显微熔点测定仪(北京泰克仪器有限公司);德国 Bruker-600 MHz 核磁共振仪(TMS 为内标);高效液相色谱仪:HITACHI L-7100, GL Sciences Inc. Inertsil PREP-ODS (250 mm×10 mm) 和 PREP-Sil (250 mm×10 mm) 不锈钢色谱柱;柱色谱用硅胶(200~300 目,青岛海洋化工厂);薄层色谱硅胶板(烟台化工厂)。

牛蒡子花序苞片于2011年1月25日采于黑龙江省绥化市兰西县,经齐齐哈尔大学植物学教授沙伟鉴定为牛蒡 *Arctium lappa* L. 干燥成熟果实的花序苞片,标本(AL-20110125)保存于齐齐哈尔大学天然产物研究室。

2 提取与分离

牛蒡子花序苞片13 kg, 25℃下用95%乙醇45.0 L 浸泡4 d, 滤过, 重复提取4次, 合并乙醇提取液浓缩至1.0 L, 加水1.0 L 混悬, 依次用正己烷、醋酸乙酯和正丁醇萃取3次, 合并不同溶剂萃取液减压浓缩至恒定质量, 得到正己烷萃取物145.8 g、醋酸乙酯萃取物188.0 g、正丁醇萃取物49.2 g。取145.8 g 正己烷萃取物, 用硅胶色谱柱分离, 依次用正己烷-醋酸乙酯(9:1、6:4)洗脱, 得到8个部分F1~8。F7(3.0 g)经重结晶得到化合物1(600.0 mg); 对F5(4.0 g)进行硅胶柱色谱分离, 依次用正己烷-醋酸乙酯(9:1、7:3、4:6)洗脱, 得到12个部分F5-1~5-12。对F5-6(500.0 mg)进行硅胶柱色谱分离, 依次用正己烷-醋酸乙酯(9:1、6:4)进行洗脱, 得到5个组分F5-6-1~5-6-5。其中对F5-6-2(77.0 mg)进行HPLC纯化(正己烷-氯仿-醋酸乙酯65:5:30, 体积流量4.0 mL/min), 得到化合物2(5.0 mg, $t_R=15.97$ min), 化合物3(10.0 mg, $t_R=19.98$ min)。对F5-8(140.8 mg)进行HPLC纯化(甲醇-水7:3, 体积流量4.0 mL/min), 得到化合物4(6.0 mg, $t_R=20.18$ min), 化合物5(5.0 mg, $t_R=25.48$ min)、化合物6(5.0 mg, $t_R=30.14$ min)。对F6(3.03 g)进行硅胶柱色谱分离, 依次用正己烷-醋酸乙酯(8:2、4:6)进行洗脱, 得到7个组分F6-1~6-7。F6-4(156.7 mg)进行HPLC纯化(正己烷-醋酸乙酯92:8, 体积流量4.0 mL/min), 得到化合物7(3.0 mg, $t_R=15.98$ min)和8(8.0 mg, $t_R=20.15$ min)。F7(3.0 g)进行硅胶柱色谱分离, 依次用正己烷-醋酸乙酯(7:3、4:6)进行洗脱, 得到5个部分F7-1~7-5。F7-4 重结

晶得到化合物9(20.5 mg), 对F7-2(216.4 mg)进行HPLC纯化(正己烷-醋酸乙酯8:2, 体积流量4.0 mL/min)得到化合物10(5.5 mg, $t_R=16.98$ min)。对F7-3(340.5 mg)进行HPLC纯化(甲醇-水8:2, 体积流量4.0 mL/min), 得到化合物11(5.0 mg, $t_R=19.48$ min)和12(20.6 mg, $t_R=24.67$ min)。

3 结构鉴定

化合物1: 白色粉末(甲醇)。 $^1\text{H-NMR}$ (600 MHz, $\text{DMSO}-d_6$) δ : 5.32 (1H, brs, H-6), 4.23 (1H, d, $J=7.7$ Hz, Glc-H-1), 3.42 (1H, m, H-3), 0.97 (3H, s, H-19), 0.74~0.91 (12H, m, H-21, 26, 27, 29), 0.65 (3H, s, H-18)。与胡萝卜苷对照品共薄层, Rf 值一致, 混合熔点不下降。以上数据与文献对照一致^[4], 故鉴定化合物1为胡萝卜苷。

化合物2: 白色块状结晶(甲醇)。 $^1\text{H-NMR}$ (600 MHz, CDCl_3) δ : 5.80 (1H, ddd, $J=16.2, 15.0, 6.6$ Hz, H-23), 5.62 (1H, d, $J=16.2$ Hz, H-24), 3.20 (1H, dd, $J=11.4, 4.8$ Hz, H-3), 2.19 (2H, dd, $J=8.6, 6.0$ Hz, H-22), 1.32 (3H, s, H-26), 1.32 (3H, s, H-27), 1.12 (3H, s, H-21), 0.97 (3H, s, H-28), 0.96 (3H, s, H-18), 0.86 (3H, s, H-19), 0.84 (3H, s, H-30), 0.77 (3H, s, H-29); $^{13}\text{C-NMR}$ (150 MHz, CDCl_3) δ : 138.0 (C-24), 126.4 (C-23), 81.8 (C-3), 79.0 (C-20), 75.3 (C-25), 55.8 (C-5), 50.6 (C-9), 50.3 (C-14), 50.1 (C-17), 43.3 (C-22), 42.4 (C-13), 40.3 (C-8), 39.0 (C-4), 38.9 (C-1), 37.1 (C-10), 35.2 (C-7), 31.1 (C-15), 28.0 (C-26), 27.5 (C-28), 27.3 (C-27), 25.4 (C-21), 25.0 (C-12), 24.8 (C-16), 24.6 (C-2), 21.5 (C-11), 18.2 (C-6), 16.4 (C-19), 16.2 (C-30), 15.5 (C-29), 15.4 (C-18)。以上数据与文献报道一致^[5], 故鉴定化合物2为 isofouquierol。

化合物3: 白色针状结晶(醋酸乙酯), mp 175~178℃。 $^1\text{H-NMR}$ (600 MHz, CDCl_3) δ : 6.50 (1H, d, $J=8.2$ Hz, H-7), 6.24 (1H, d, $J=8.2$ Hz, H-6), 5.22 (1H, dd, $J=15.2, 7.2$ Hz, H-23), 5.14 (1H, dd, $J=15.2, 7.2$ Hz, H-22), 3.96 (1H, m, H-3), 1.00 (3H, d, $J=6.6$ Hz, H-20), 0.90 (3H, d, $J=7.2$ Hz, H-28), 0.88 (3H, s, H-19), 0.83 (3H, d, $J=6.7$ Hz, H-27), 0.82 (3H, d, $J=6.7$ Hz, H-26), 0.82 (3H, s, H-18); $^{13}\text{C-NMR}$ (150 MHz, CDCl_3) δ : 135.4 (C-6), 135.2 (C-22), 132.3 (C-23), 130.8 (C-7), 82.2 (C-5), 79.4 (C-8), 66.5 (C-3), 56.2 (C-17), 51.7 (C-14), 51.1 (C-9), 44.6 (C-13), 42.8 (C-24), 39.7 (C-21), 39.4 (C-12), 37.0 (C-4), 36.9 (C-10), 34.7 (C-1), 33.1

(C-25), 30.1 (C-2), 28.7 (C-16), 23.4 (C-11), 20.9 (C-20), 20.6 (C-15), 20.0 (C-27), 19.6 (C-26), 18.2 (C-19), 17.6 (C-28), 12.9 (C-18)。以上数据与文献报道一致^[6], 故鉴定化合物 **3** 为 (22*E*)-5 α ,8-表二氧麦角甾-6,22-二烯-3 β -醇。

化合物 **4**: 白色粉末 (丙酮), mp 219~221 °C; ¹H-NMR (600 MHz, CDCl₃) δ : 5.04 (1H, brs, H-30a), 4.85 (1H, brs, H-30b), 3.45 (1H, d, J = 4.8 Hz, H-21), 3.19 (1H, dd, J = 11.4, 4.8 Hz, H-3), 2.90 (1H, d, J = 4.2 Hz, H-22), 1.99 (1H, dq, J = 6.8 Hz, H-19), 1.03 (3H, d, J = 6.8 Hz, H-29), 1.01 (3H, s, H-26), 0.95 (3H, s, H-23), 0.93 (3H, s, H-27), 0.82 (3H, s, H-25), 0.80 (3H, s, H-28), 0.75 (3H, s, H-24); ¹³C-NMR (150 MHz, CDCl₃) δ : 151.4 (C-20), 112.0 (C-30), 79.0 (C-3), 64.0 (C-22), 56.1 (C-21), 55.3 (C-5), 50.4 (C-9), 42.3 (C-14), 42.2 (C-18), 41.0 (C-8), 38.9 (C-4), 38.7 (C-1), 37.9 (C-13), 37.1 (C-10), 36.3 (C-17), 36.2 (C-19), 34.1 (C-7), 33.7 (C-16), 28.0 (C-23), 27.4 (C-2), 27.3 (C-29), 26.5 (C-15), 26.2 (C-12), 21.4 (C-11), 18.3 (C-6), 16.3 (C-25), 16.0 (C-26), 15.4 (C-24), 15.1 (C-28), 14.8 (C-27)。以上数据与文献报道一致^[7], 故鉴定化合物 **4** 为 3 β -hydroxy-21,22-epoxyursa-20(30)-en。

化合物 **5**: 白色结晶 (丙酮), mp 256~258 °C。 ¹H-NMR (600 MHz, CDCl₃) δ : 4.98 (1H, brs, H-30a), 4.89 (1H, brs, H-30b), 4.40 (1H, dd, J = 9.0, 4.8 Hz, H-21), 3.20 (1H, dd, J = 11.4, 4.8 Hz, H-3), 1.96 (1H, dd, J = 13.8, 9.0 Hz, H-22a), 1.21 (3H, d, J = 7.0 Hz, H-29), 1.02 (3H, s, H-28), 0.97 (3H, s, H-23), 0.95 (3H, s, H-24), 0.85 (3H, s, H-25), 0.77 (3H, s, H-26), 0.77 (3H, s, H-27); ¹³C-NMR (150 MHz, CDCl₃) δ : 156.6 (C-20), 113.6 (C-30), 79.0 (C-3), 71.3 (C-21), 55.3 (C-5), 50.4 (C-9), 48.8 (C-22), 48.4 (C-18), 42.2 (C-14), 40.9 (C-8), 39.0 (C-4), 38.9 (C-13), 38.8 (C-1), 38.1 (C-19), 37.7 (C-16), 37.1 (C-10), 34.1 (C-7), 33.9 (C-17), 28.4 (C-29), 28.0 (C-24), 27.4 (C-2), 26.4 (C-15), 26.2 (C-12), 21.4 (C-11), 18.3 (C-6), 18.2 (C-28), 16.3 (C-25), 15.9 (C-26), 15.4 (C-23), 14.8 (C-27)。以上数据与文献报道一致^[8], 故鉴定化合物 **5** 为 3 β ,21 β -二醇-20(30)-烯-蒲公英甾烷。

化合物 **6**: 白色粉末 (丙酮)。 ¹H-NMR (600 MHz, CDCl₃) δ : 5.28 (1H, brs, H-12), 3.21 (1H, dd, J = 11.4, 4.2 Hz, H-3), 2.81 (1H, dd, J = 13.4, 3.8 Hz, H-18), 1.12 (3H, s, H-27), 0.98 (3H, s, H-23), 0.92 (3H, s,

H-30), 0.91 (3H, s, H-25), 0.89 (3H, s, H-29), 0.77 (3H, s, H-24), 0.74 (3H, s, H-26); ¹³C-NMR (150 MHz, CDCl₃) δ : 183.0 (C-28), 143.6 (C-13), 122.6 (C-12), 79.0 (C-3), 55.2 (C-5), 47.6 (C-9), 46.5 (C-17), 45.9 (C-19), 41.6 (C-14), 41.0 (C-18), 39.3 (C-8), 38.8 (C-4), 38.4 (C-1), 37.1 (C-10), 33.8 (C-21), 33.1 (C-29), 32.6 (C-7), 32.4 (C-22), 30.7 (C-20), 28.1 (C-23), 27.7 (C-15), 27.2 (C-2), 25.9 (C-27), 23.6 (C-30), 23.4 (C-16), 22.9 (C-11), 18.3 (C-6), 17.1 (C-26), 15.5 (C-24), 15.3 (C-25)。以上数据与文献报道一致^[9], 故鉴定化合物 **6** 为齐墩果酸。

化合物 **7**: 白色粉末, ¹H-NMR (600 MHz, CDCl₃) δ : 6.81 (1H, d, J = 7.8 Hz, H-5), 6.73 (1H, d, J = 8.4 Hz, H-5'), 6.63 (1H, d, J = 1.8 Hz, H-2), 6.60 (1H, dd, J = 7.8, 1.8 Hz, H-6), 6.53 (1H, dd, J = 8.4, 1.8 Hz, H-6'), 6.45 (1H, d, J = 1.8 Hz, H-2'), 4.12 (1H, dd, J = 9.0, 7.2 Hz, H-9'a), 3.87 (1H, dd, J = 9.0, 7.2 Hz, H-9'b), 3.84 (3H, s, H-12), 3.81 (3H, s, H-10), 3.80 (3H, s, H-11), 2.93 (1H, dd, J = 15.8, 5.0 Hz, H-7a), 2.90 (1H, dd, J = 15.8, 6.6 Hz, H-7b), 2.62 (1H, ddd, J = 7.2, 6.5, 4.6 Hz, H-8'), 2.54 (1H, dd, J = 15.5, 4.6 Hz, H-7'a), 2.55 (1H, dd, J = 15.5, 6.5 Hz, H-7'b), 2.47 (1H, dd, J = 6.6, 5.0 Hz, H-8); ¹³C-NMR (150 MHz, CDCl₃) δ : 178.8 (C-9), 149.0 (C-3), 147.9 (C-3'), 146.7 (C-4), 144.6 (C-4'), 130.5 (C-1), 129.5 (C-1'), 122.1 (C-6), 120.6 (C-6'), 114.1 (C-5), 111.8 (C-5'), 111.5 (C-2), 111.3 (C-2'), 71.3 (C-9'), 55.9 (C-12), 55.86 (C-10), 55.8 (C-11), 46.6 (C-8), 40.9 (C-8'), 38.2 (C-7'), 34.5 (C-7)。以上数据与文献报道一致^[3], 故鉴定化合物 **7** 为牛蒡苷元。

化合物 **8**: 绿色油状物。 ¹H-NMR (600 MHz, CDCl₃) δ : 7.53 (1H, d, J = 1.8 Hz, H-7), 7.21 (1H, dd, J = 8.4, 1.8 Hz, H-6'), 7.04 (1H, d, J = 1.8 Hz, H-2'), 6.99 (1H, d, J = 8.4 Hz, H-5'), 6.81 (1H, d, J = 7.8 Hz, H-5), 6.74 (1H, dd, J = 7.8, 1.8 Hz, H-6), 6.62 (1H, d, J = 1.8 Hz, H-2), 5.91 (1H, brs, -OH), 4.28 (2H, d, J = 4.2 Hz, H-9'), 3.92 (3H, s, H-12), 3.86 (3H, s, H-10), 3.86 (3H, s, H-11), 3.83 (1H, dddd, J = 10.2, 4.2, 4.2, 1.8 Hz, H-8'), 3.08 (1H, dd, J = 14.4, 4.2 Hz, H-7'a), 2.65 (1H, dd, J = 14.4, 10.2 Hz, H-7'b); ¹³C-NMR (150 MHz, CDCl₃) δ : 172.7 (C-9), 149.1 (C-3'), 148.1 (C-4'), 147.6 (C-4), 146.7 (C-3), 137.5 (C-7), 130.4 (C-1'), 126.5 (C-1), 125.6 (C-8), 123.9 (C-6), 120.7

(C-6'), 115.0 (C-5), 112.7 (C-2), 112.3 (C-2'), 111.5 (C-5'), 69.7 (C-9'), 56.0 (C-12), 55.94 (C-10), 55.91 (C-11), 39.7 (C-8'), 37.3 (C-7')。以上数据与文献报道一致^[10], 故鉴定化合物 **8** 为 carthamogenin。

化合物 **9**: 黄色晶体(醋酸乙酯)。¹H-NMR (400 MHz, CDCl₃) δ : 7.40 (1H, d, J = 16.0 Hz, H-7), 7.01 (1H, s, H-2), 6.96 (1H, d, J = 8.0 Hz, H-6), 6.76 (1H, d, J = 8.0 Hz, H-5), 6.17 (1H, d, J = 16.0 Hz, H-8); ¹³C-NMR (100 MHz, CDCl₃) δ : 167.9 (C-9), 149.0 (C-3), 145.7 (C-7), 144.1 (C-4), 126.0 (C-1), 121.3 (C-6), 114.9 (C-2), 114.5 (C-8), 114.1 (C-5)。以上数据与文献报道一致^[11], 故鉴定化合物 **9** 为咖啡酸。

化合物 **10**: 无色针状晶体(丙酮), mp 125~128 °C。¹H-NMR (600 MHz, CDCl₃) δ : 4.73 (1H, brs, H-14a), 4.41 (1H, brs, H-14b), 4.00 (1H, ddd, J = 10.8, 10.8, 6.3 Hz, H-8), 2.30 (1H, br d, J = 13.0 Hz, H-5), 1.31 (3H, s, H-12), 1.29 (3H, s, H-13), 0.75 (3H, s, H-15); ¹³C-NMR (150 MHz, CDCl₃) δ : 150.0 (C-4), 105.5 (C-14), 75.2 (C-11), 69.2 (C-8), 54.2 (C-7), 50.2 (C-9), 49.4 (C-5), 41.4 (C-1), 37.0 (C-10), 36.6 (C-3), 30.3 (C-13), 26.0 (C-6), 24.0 (C-12), 22.9 (C-2), 17.3 (C-15)。以上数据与文献报道一致^[12], 故鉴定化合物 **10** 为 4(14)-桉烯-8 α ,11-二醇。

化合物 **11**: 白色结晶(氯仿), mp 221~222 °C。¹H-NMR (600 MHz, CDCl₃) δ : 3.20 (1H, dd, J = 9.6, 4.8 Hz, H-3), 1.23 (3H, s, H-29), 1.13 (3H, s, H-30), 1.07 (3H, s, H-25), 0.98 (3H, s, H-26), 0.96 (3H, s, H-27), 0.85 (3H, s, H-24), 0.82 (3H, s, H-23), 0.77 (3H, s, H-28); ¹³C-NMR (150 MHz, CDCl₃) δ : 79.0 (C-3), 73.5 (C-20), 55.2 (C-5), 50.3 (C-9), 49.9 (C-19), 48.3 (C-18), 44.7 (C-17), 43.5 (C-14), 41.4 (C-8), 40.2 (C-22), 38.8 (C-4), 38.7 (C-1), 37.1 (C-13), 37.5 (C-10), 35.6 (C-16), 34.6 (C-7), 31.9 (C-30), 29.7 (C-21), 29.1 (C-12), 28.0 (C-23), 27.6 (C-2), 27.4 (C-15), 24.8 (C-29), 21.6 (C-11), 19.5 (C-28), 18.6 (C-6), 16.4 (C-24), 15.7 (C-25, 26), 15.1 (C-27)。以上数据与文献报道一致^[13], 故鉴定化合物 **11** 为 monognol A。

化合物 **12**: 白色粉末(丙酮), mp 213~216 °C; ¹H-NMR (600 MHz, CDCl₃) δ : 4.68 (1H, brs, H-29a), 4.58 (1H, brs, H-29b), 3.20 (1H, dd, J = 11.4, 4.8 Hz, H-3), 1.68 (3H, s, H-30), 1.03 (3H, s, H-26), 0.97 (3H, s, H-23), 0.94 (3H, s, H-27), 0.83 (3H, s, H-25), 0.79 (3H, s, H-28), 0.76 (3H, s, H-24); ¹³C-NMR (150

MHz, CDCl₃) δ : 151.0 (C-20), 109.4 (C-29), 79.0 (C-3), 55.3 (C-5), 50.4 (C-9), 48.3 (C-18), 48.0 (C-19), 43.0 (C-17), 42.8 (C-14), 40.8 (C-8), 40.0 (C-22), 38.9 (C-4), 38.7 (C-1), 38.0 (C-13), 37.2 (C-10), 35.6 (C-16), 34.3 (C-7), 29.8 (C-21), 28.0 (C-23), 27.4 (C-2, 15), 25.1 (C-12), 20.9 (C-11), 19.3 (C-30), 18.3 (C-6), 18.0 (C-28), 16.2 (C-25), 16.0 (C-26), 15.4 (C-24), 14.6 (C-27)。以上数据与文献报道一致^[14], 故鉴定化合物 **12** 为羽扇豆醇。

参考文献

- [1] 江苏新医学院. 中药大辞典 (上册) [M]. 上海: 上海科学技术出版社, 1977.
- [2] 曾晓燕, 戴岳, 夏玉凤. 牛蒡子的研究进展 [J]. 中国野生植物资源, 2014, 33(2): 6-9.
- [3] 周渭渭, 刘振国, 单淇, 等. 牛蒡子中牛蒡子苷元的分离及结构表征 [J]. 药物评价研究, 2010, 33(4): 279-283.
- [4] 郭盛, 段金彪, 赵金龙, 等. 酸枣果肉资源化学研究 [J]. 中草药, 2012, 43(10): 1905-1909.
- [5] Charoen P, Chatchanok K, Chanita P, et al. Dammarane triterpenes from the hypocotyls and fruits of *Ceripops tagal* [J]. *J Nat Prod*, 2005, 68(12): 1787-1789.
- [6] Simona H, Jan S, Martin D, et al. Chemical constituents of *Stereum subtomentosum* and two other birch-associated basidiomycetes: an interspecies comparative study [J]. *Chem Biodiver*, 2008, 5: 743-750.
- [7] Menichini F, Benedetto R D, Monache F D. A triterpene epoxide and a guaianolide from *Ptilostemmon gnaphaoides* [J]. *Phytochemistry*, 1996, 41(5): 1377-1379.
- [8] Dai J Q, Zhou B, Wang Y L, et al. Two new triterpenoids from *Sauaurea petrovii* [J]. *Chin Chem Lett*, 2001, 12(2): 151-154.
- [9] 郭新东, 安林坤, 徐迪, 等. 中药山芝麻的化学成分研究 (I) [J]. 中山大学学报, 2003, 42(2): 52-55.
- [10] Rosangela D S, Susimair P, Valdemar L J, et al. Complete assignments of ¹H and ¹³C NMR spectral data for benzylidenbenzyl butyrolactone lignanas [J]. *Magn Reson Chem*, 2005, 43: 966-969.
- [11] 袁永亮, 叶丹丹, 梁会娟, 等. 河南狭苞橐吾化学成分研究 [J]. 中草药, 2012, 43(7): 1270-1272.
- [12] Zeynep A, Volkan Y, Gulacti T. Constituents of *Salvia microphylla* [J]. *Nat Prod Res*, 2006, 20(8): 775-781.
- [13] Ulubelen A, Topcu G, Lotter H, et al. Triterpenoids from the aerial parts of *Salvia montbretii* [J]. *Phytochemistry*, 1994, 36(2): 413-415.
- [14] Zhang N, Li N, Sun Y N, et al. Diacylglycerol compounds from barks of *Betula platyphylla* with inhibitory activity against acyltransferase [J]. *Chin Herb Med*, 2014, 6(2): 164-167.