银背风毛菊三萜成分研究

梁会娟，白素平*，刘 伟，袁永亮，叶丹丹
新乡医学院药学院，河南 新乡 453003

摘 要：目的 研究银背风毛菊 *Saussurea nivea* 全草的化学成分。**方法** 应用硅胶色谱技术及重结晶等方法对化合物进行分离，通过现代波谱技术鉴定化合物的结构。**结果** 从银背风毛菊丙酮提取物中分离了 11 个三萜类化合物，分别鉴定为 20(30)-烯-3β-羟基蒲公英烷（**1**）、20-烯-3β-羟基蒲公英烷（**2**）、1β-hydroxy-ursa-9(11), 12(13)-dien-3β-yl palmitate（**3**）、1β-hydroxy-oleana-9(11), 12-dien-3β-yl palmitate（**4**）、21α-hydroxy-taraxasterol（**5**）、20(30)-烯-21α, 22α-环氧-3β-蒲公英醇（**6**）、12-ursene-3β, 11α-diol 3-*O*-palmitate（**7**）、9(11), 12-ursadien-3β-ol 3-*O*-palmitate（**8**）、bauereny lacetate（**9**）、3β-hydroxy-11-oxo-olean-12-enyl palmitate（**10**）、3β-hydroxy-11α,12α-epoxy-friedoolean-14-enyl palmitate（**11**）。**结论** 所有化合物均是首次从银背风毛菊中分离得到，其中化合物 **7**～**11** 为首次从风毛菊属植物中分离得到。

关键词：菊科；银背风毛菊；三萜；20(30)-烯-3β-羟基蒲公英烷；20-烯-3β-羟基蒲公英烷
中图分类号：R284.14 **文献标志码：**A **文章编号：**0253 - 2670(2011)10 - 1913 - 04

Triterpenoids from *Saussurea nivea*

LIANG Hui-juan, BAI Su-ping, LIU Wei, YUAN Yong-liang, YE Dan-dan
School of Pharmacy, Xinxiang Medical University, Xinxiang 453003, China

Key words: Asteraceae; *Saussurea nivea* Turcz.; triterpenoid; 3β-hydroxy-20(30)-taraxastene; 3β-hydroxyl-20-taraxastene

银背风毛菊 S*aussurea nivea* Turcz. 为菊科风毛菊属植物，主要分布于东北及内蒙古自治区等地。民间用于治疗感冒、头痛、关节炎和扭伤[1-2]。国内外对该植物的化学成分研究报道[3]较少。为从银背风毛菊中寻找新的生物活性成分，对采自河南省桐柏山的银背风毛菊全草进行了化学成分研究。应用色谱分离技术及重结晶等方法对化合物进行分离，并运用现代波谱技术（^{1}H-NMR、^{13}C-NMR、EI-MS 等）鉴定化合物结构。从其丙酮提取物中分离鉴定了 11 个三萜类化合物，分别是 20(30)-烯-3β-羟基蒲公英烷（蒲公英甾醇，taraxasterol，**1**）、20-烯-3β-羟基蒲公英烷（pseadotaraxasterol，**2**）、1β-hydroxy-ursa-9(11), 12(13)-dien-3β-yl palmitate（ussuriensin A，**3**）、1β-hydroxy-oleana-9(11), 12-dien-3β-yl palmitate（ussuriensin B，**4**）、21α-hydroxyl-taraxasterol（**5**）、20(30)-烯-21α, 22α-环氧-3β-蒲公英醇（ptiloexp-oxide，**6**）、12-ursene-3β, 11α-diol 3-*O*-palmitate（**7**）、9(11), 12-ursadien-3β-ol 3-*O*-palmitate（**8**）、bauereny lacetate（**9**）、3β-hydroxy-11-oxo-olean-12-enyl palmitate（**10**）、3β-hydroxy-11α, 12α-epoxy-friedo-olean-14-enyl palmitate（**11**）。所有化合物均为首次从银背风毛菊中分离得到，其中化合物 **7**～**11** 为首次从风毛菊属植物中分离得到。

1 仪器与材料

Bruker AM－400 核磁共振波谱仪（TMS 内标）；Kofler 显微熔点仪；色谱用硅胶（200～300 目）和薄层色谱 GF_{254} 硅胶板为青岛海洋化工厂产品。溶剂均为分析纯，为天津市红岩试剂厂产品。

银背风毛菊 S*aussurea nivea* Turcz. 全草于 2004 年 9 月采自河南省桐柏山，由河南农业大学植物分类学专家朱长山教授鉴定，标本（2004056）保存于新乡医学院药学院中药标本馆。

2 提取与分离

银背风毛菊全草阴干粉碎（约 10 kg），丙酮室温下浸泡提取 3 次，每次 7 d，减压浓缩得浸膏 230 g。将所得浸膏经硅胶柱色谱分离，以石油醚-丙酮

收稿日期：2011-02-02
基金项目：国家自然科学基金资助项目（81072552）；河南省科技创新杰出青年基金资助项目（104100510016）
作者简介：梁会娟（1983—），女，河南新乡人，在读硕士，主要从事天然药物活性成分及新药研究。E-mail: lianghuijuan2004@163.com
*通讯作者 白素平 Tel: (0373)3029884 Fax: (0373)3029879 E-mail: baisuping0920@163.com

（50∶1～1∶1）梯度洗脱，得到 Fr. 1～7 部分。Fr. 1 部分经硅胶柱色谱分离，以石油醚-醋酸乙酯梯度洗脱并重结晶得化合物 **7**（23 mg）、**8**（25 mg）、**9**（45 mg）、**10**（63 mg）、**11**（42 mg）；Fr. 2 部分经硅胶柱色谱分离，以石油醚-醋酸乙酯梯度洗脱并重结晶得化合物 **1**（125 mg）、**2**（92 mg）、**6**（26 mg）；Fr. 4 部分经硅胶柱色谱分离，以氯仿-丙酮梯度洗脱并重结晶得化合物 **3**（18 mg）、**4**（15 mg）；Fr. 5 部分经硅胶柱色谱分离，以石油醚-醋酸乙酯梯度洗脱并重结晶得化合物 **5**（25 mg）。

3　结构鉴定

化合物 **1**：白色粉末（丙酮），mp 205～206 ℃，Liebermann-Burchard 反应阳性。^{1}H-NMR ($CDCl_3$, 400 MHz) δ: 4.61, 4.59 (各 1H, d, J = 2.0 Hz, H-30), 3.20 (1H, dd, J = 11.2, 4.8 Hz, H-3α), 1.01 (3H, s, CH_3-26), 1.00 (3H, d, J = 6.8 Hz, CH_3-29), 0.96 (3H, s, CH_3-23), 0.92 (3H, s, CH_3-27), 0.84 (3H, s, CH_3-28), 0.84 (3H, s, CH_3-25), 0.74 (3H, s, CH_3-24)；^{13}C-NMR ($CDCl_3$, 100 MHz) δ: 154.64 (C-20), 107.11 (C-30), 79.01 (C-3), 55.32 (C-5), 50.46 (C-9), 48.65 (C-18), 42.01 (C-14), 40.87 (C-8), 39.36 (C-19), 39.14 (C-13), 38.84 (C-4), 38.83 (C-22), 38.73 (C-1), 38.28 (C-16), 37.11 (C-10), 34.51 (C-17), 34.03 (C-7), 27.96 (C-23), 27.37 (C-2), 26.63 (C-15), 26.16 (C-12), 25.60 (C-21), 25.48 (C-29), 21.43 (C-11), 19.47 (C-28), 18.27 (C-6), 16.80 (C-25), 15.87 (C-26), 15.36 (C-24), 14.74 (C-27)。以上数据与文献数据基本一致[4]，鉴定化合物 **1** 为 20(30)-烯-3β-羟基蒲公英烷。

化合物 **2**：白色粉末（丙酮），mp 217～219 ℃，Liebermann-Burchard 反应阳性。^{1}H-NMR ($CDCl_3$, 400 MHz) δ: 5.24 (1H, dd, J = 6.8, 1.9 Hz, H-21), 3.20 (1H, dd, J = 11.2, 4.8 Hz, H-3), 1.62 (3H, s, CH_3-30), 1.03 (3H, s, CH_3-26), 0.99 (3H, d, J = 6.0 Hz, CH_3-29), 0.97 (3H, s, CH_3-27), 0.94 (3H, s, CH_3-23), 0.84 (3H, s, CH_3-25), 0.75 (3H, s, CH_3-24), 0.72 (3H, s, CH_3-28)；^{13}C-NMR ($CDCl_3$, 100 MHz) δ: 139.85 (C-20), 118.86 (C-21), 79.01 (C-3), 55.26 (C-5), 50.39 (C-9), 48.60 (C-18), 42.31 (C-14), 42.15 (C-22), 41.04 (C-8), 39.14 (C-13), 38.84 (C-4), 38.73 (C-1), 37.11 (C-10), 36.68 (C-16), 36.29 (C-19), 34.37 (C-17), 34.20 (C-7), 27.96 (C-23), 27.61 (C-12), 27.37 (C-2), 27.01 (C-15), 22.53 (C-29), 21.64 (C-30), 21.59 (C-11), 18.27 (C-6), 17.69 (C-28), 16.26 (C-25), 16.02 (C-26), 15.36 (C-24), 14.74 (C-27)。与文献数据基本一致[4]，鉴定化合物 **2** 为 20-烯-3β-羟基蒲公英烷。

化合物 **3**：针状晶体（甲醇），Liebermann-Burchard 反应阳性。^{1}H-NMR ($CDCl_3$, 400 MHz) δ: 6.51 (1H, d, J = 6.0 Hz, H-11), 5.22 (1H, d, J = 6.0 Hz, H-12), 4.30 (1H, dd, J = 8.2, 3.4 Hz, H-3), 3.55 (1H, dd, J = 11.6, 4.8 Hz, H-1), 2.28 (2H, t, J = 7.4 Hz, H-2′), 1.26 (br s, H-4′～15′), 0.96 (3H, s, CH_3-28), 0.91 (3H, s, CH_3-27), 0.88 (3H, s, CH_3-25), 0.87 (3H, t, J = 8.0 Hz, H-16′), 0.87 (3H, s, CH_3-24), 0.84 (3H, s, CH_3-23), 0.83 (3H, d, J = 6.4 Hz, CH_3-29), 0.80 (3H, d, J = 6.4 Hz, CH_3-30), 0.78 (3H, s, CH_3-26)；^{13}C-NMR ($CDCl_3$, 100 MHz) δ: 173.61 (C-1′), 152.07 (C-9), 141.55 (C-13), 123.49 (C-12), 117.10 (C-11), 76.86 (C-3), 75.55 (C-1), 57.21 (C-18), 48.78 (C-5), 44.10 (C-10), 43.20 (C-8), 41.30 (C-22), 40.79 (C-14), 39.39 (C-19), 39.04 (C-20), 37.98 (C-4), 34.7 3 (C-2), 34.51 (C-2′), 33.68 (C-17), 31.91 (C-14′), 31.19 (C-21), 30.98 (C-7), 29.36～29.68 (C-4′～13′), 28.67 (C-23), 28.23 (C-16), 27.70 (C-28), 26.19 (C-15), 25.12 (C-3′), 22.90 (C-15′), 22.68 (C-27), 21.51 (C-30), 18.66 (C-25), 18.28 (C-6), 17.80 (C-26), 17.42 (C-29), 16.24 (C-24), 14.12 (C-16′)。与文献数据基本一致[2]，鉴定化合物 **3** 为 1β-hydroxy-ursa-9(11), 12(13)-dien-3β-yl palmitate。

化合物 **4**：针状晶体（甲醇），Liebermann-Burchard 反应阳性。^{1}H-NMR ($CDCl_3$, 400 MHz) δ: 6.51 (1H, d, J = 6.0 Hz, H-11), 5.51 (1H, d, J = 6.4 Hz, H-12), 4.54 (1H, dd, J = 12.0, 4.4 Hz, H-3), 3.91 (1H, dd, J = 11.6, 4.8 Hz, H-1), 2.32 (2H, t, J = 7.4 Hz, H-2′), 1.26 (br s, H-4′～15′), 1.11 (3H, s, CH_3-27), 0.98 (3H, s, CH_3-30), 0.88 (3H, s, CH_3-24), 0.87 (3H, t, J = 7.6 Hz, H-16′), 0.87 (6H, s, CH_3-25, CH_3-28), 0.86 (3H, s, CH_3-23), 0.85 (3H, s, CH_3-29), 0.84 (3H, s, CH_3-26)；^{13}C-NMR ($CDCl_3$, 100 MHz) δ: 173.53 (C-1′), 151.86 (C-9), 147.40 (C-13), 121.09 (C-12), 118.28 (C-11), 76.68 (C-3), 75.59 (C-1), 48.92 (C-5), 46.72 (C-19), 45.49 (C-18), 44.71 (C-10), 42.85 (C-14), 40.73 (C-8), 37.99 (C-4), 36.99 (C-22), 34.73 (C-2), 34.60 (C-2′), 34.60 (C-21), 33.18 (C-29), 32.14 (C-17), 31.92 (C-14′), 31.20 (C-7), 31.09 (C-20), 29.15～29.68 (C-4′～13′), 28.68 (C-23), 27.75 (C-28), 27.18 (C-16), 25.69 (C-15), 25.14 (C-3′), 23.67 (C-27),

22.69 (C-15′), 21.69 (C-30), 20.25 (C-26), 18.57 (C-25), 18.23 (C-6), 16.26 (C-24), 14.13 (C-16′)。以上数据与文献数据基本一致[2]，鉴定化合物 **4** 为 1β-hydroxy-oleana-9 (11), 12-dien-3β-yl palmitate。

化合物 **5**：针状晶体（甲醇），Liebermann-Burchard 反应阳性。^{1}H-NMR (C_5D_5N, 400 MHz) δ: 5.11, 5.01 (各 1H, d, J = 2.0 Hz, H-30), 4.72 (1H, m, H-21), 3.48 (1H, dd, J = 9.2, 6.4 Hz, H-3), 2.28 (1H, dq, J = 7.2 Hz, H-19), 2.14 (1H, dd, J = 13.8, 9.0 Hz, H-18), 1.50 (3H, d, J = 6.8 Hz, CH_3-29), 1.25 (3H, s, CH_3-26), 1.06 (3H, s, CH_3-23), 1.02 (3H, s, CH_3-27), 0.94 (3H, s, CH_3-25), 0.91 (3H, s, CH_3-24), 0.90 (3H, s, CH_3-28)；^{13}C-NMR (C_5D_5N, 100 MHz) δ: 157.90 (C-20), 112.00 (C-30), 78.13 (C-3), 70.58 (C-21), 55.91 (C-5), 50.74 (C-9), 50.65 (C-22), 48.29 (C-18), 42.46 (C-14), 41.25 (C-8), 39.58 (C-4), 39.43 (C-13), 39.30 (C-1), 39.00 (C-19), 38.54 (C-16), 37.46 (C-10), 34.52 (C-7), 32.38 (C-17), 28.72 (C-29), 28.38 (C-2), 28.21 (C-23), 26.84 (C-15), 26.81 (C-12), 21.71 (C-11), 19.12 (C-28), 18.81 (C-6), 16.64 (C-25), 16.45 (C-26), 16.18 (C-24), 14.98 (C-27)。以上数据与文献数据基本一致[5]，鉴定化合物 **5** 为 21α-hydroxy-taraxasterol。

化合物 **6**：白色粉末（丙酮），mp 219～221 ℃，Liebermann-Burchard 反应阳性。^{1}H-NMR ($CDCl_3$, 400 MHz) δ: 5.04, 4.85 (各 1H, br s, H-30), 3.45 (1H, d, J = 4.8 Hz, H-21), 2.89 (1H, d, J = 4.8 Hz, H-22), 3.19 (1H, dd, J = 11.2, 5.2 Hz, H-3), 1.99 (1H, dq, J = 7.0 Hz, H-19), 1.03 (3H, d, J = 6.8 Hz, CH_3-29), 1.00 (3H, s, CH_3-26), 0.95 (3H, s, CH_3-23), 0.93 (3H, s, CH_3-27), 0.82 (3H, s, CH_3-25), 0.79 (3H, s, CH_3-28), 0.74 (3H, s, CH_3-24)；^{13}C-NMR ($CDCl_3$, 100 MHz) δ: 151.31 (C-20), 111.98 (C-30), 78.91 (C-3), 63.98 (C-22), 56.06 (C-21), 55.23 (C-5), 50.34 (C-9), 42.20 (C-14), 42.11 (C-18), 40.95 (C-8), 38.83 (C-4), 38.69 (C-1), 37.89 (C-13), 37.07 (C-10), 36.26 (C-17), 36.12 (C-19), 34.07 (C-7), 33.60 (C-16), 27.96 (C-23), 27.33 (C-2), 27.22 (C-29), 26.49 (C-15), 26.17 (C-12), 21.39 (C-11), 18.24 (C-6), 16.23 (C-25), 15.94 (C-26), 15.33 (C-24), 15.10 (C-28), 14.78 (C-27)。以上数据与文献数据基本一致[6]，鉴定化合物 **6** 为 20(30)-烯-21α, 22α-环氧-3β-蒲公英醇。

化合物 **7**：片状晶体（甲醇），Liebermann-Burchard 反应阳性。^{1}H-NMR ($CDCl_3$, 400 MHz) δ: 5.16 (1H, d, J = 3.2 Hz, H-12), 4.50 (1H, dd, J = 10.0, 4.0 Hz, H-3), 4.22 (1H, m, H-11), 1.23 (br s, H-4′～13′), 1.13 (3H, s, CH_3-27), 1.09 (3H, s, CH_3-25), 1.03 (3H, s, CH_3-26), 0.90 (3H, br s, CH_3-30), 0.86 (3H, s, CH_3-24), 0.86 (3H, s, CH_3-23), 0.85 (3H, s, CH_3-28), 0.84 (3H, d, J = 6.2 Hz, CH_3-29), 0.83 (3H, t, J = 6.8 Hz, CH_3-16′)；^{13}C-NMR ($CDCl_3$, 100 MHz) δ: 173.60 (C-1′), 142.76 (C-13), 128.75 (C-12), 80.30 (C-3), 68.29 (C-11), 58.09 (C-18), 55.64 (C-9), 55.37 (C-5), 43.24 (C-14), 42.08 (C-8), 41.28 (C-22), 40.42 (C-1), 39.39 (C-20), 39.27 (C-19), 37.98 (C-4), 37.93 (C-10), 34.83 (C-2′), 33.59 (C-17), 33.59 (C-7), 31.91 (C-14′), 31.06 (C-21), 29.17～29.66 (C-4′～13′), 28.65 (C-28), 28.21 (C-23), 27.89 (C-16), 26.64 (C-15), 25.14 (C-3′), 23.75 (C-2), 23.09 (C-27), 22.67 (C-15′), 21.31 (C-30), 18.21 (C-6), 17.94 (C-26), 17.54 (C-29), 16.83 (C-25), 16.72 (C-24), 14.11 (C-16′)。以上数据与文献数据基本一致[7]，鉴定化合物 **7** 为 12-ursene-3β, 11α-diol 3-*O*-palmitate。

化合物 **8**：片状晶体（甲醇），Liebermann-Burchard 反应阳性。^{1}H-NMR ($CDCl_3$, 400 MHz) δ: 5.56 (1H, d, J = 6.0 Hz, H-11), 5.42 (1H, d, J = 6.0 Hz, H-12), 4.50 (1H, dd, J = 10.0, 4.0 Hz, H-3), 1.23 (br s, H-4′～13′), 1.21 (3H, s, CH_3-25), 1.15 (3H, s, CH_3-26), 0.90 (3H, br s, CH_3-30), 0.86 (3H, s, CH_3-23), 0.86 (3H, s, CH_3-24), 0.87 (3H, br s, CH_3-29), 0.85 (3H, s, CH_3-27), 085 (3H, s, CH_3-28), 0.84 (3H, t, J = 6.5 Hz, CH_3-16′)；^{13}C-NMR ($CDCl_3$, 100 MHz) δ: 173.60 (C-1′), 154.14 (C-9), 141.29 (C-13), 122.94 (C-12), 115.47 (C-11), 80.22 (C-3), 57.26 (C-18), 51.18 (C-5), 43.05 (C-8), 41.28 (C-22), 40.62 (C-14), 39.39 (C-20), 38.96 (C-19), 38.50 (C-4), 37.93 (C-10), 34.83 (C-2′), 33.59 (C-17), 31.91 (C-7), 31.91 (C14′), 31.06 (C-21), 29.20～29.67 (C-4′～13′), 28.65 (C-28), 28.20 (C-15), 26.06 (C-16), 25.42 (C-27), 25.14 (C-3′), 24.25 (C-2), 22.67 (C-15′), 22.08 (C-26), 21.50 (C-30), 18.21 (C-6), 17.54 (C-25), 17.40 (C-24), 16.83 (C-29), 14.11 (C-16′)。以上数据与文献数据基本一致[7]，鉴定化合物 **8** 为 12-ursadien-3β-ol 3-*O*-palmitate。

化合物 **9**：白色固体（丙酮），Liebermann-Burchard 反应阳性。^{1}H-NMR ($CDCl_3$, 400 MHz) δ: 5.40 (1H, d, J = 3.2 Hz, H-7), 4.50 (1H, dd, J = 11.0, 4.2 Hz, H-3), 2.04 (3H, s, CH_3-2′), 1.02, 0.98, 0.93,

0.91, 0.83, 0.75, (各 3H, s, CH_3-23～28), 1.03 (3H, d, J = 7.2 Hz, CH_3-30), 0.89 (3H, d, J = 6.0 Hz, CH_3-29)；^{13}C-NMR ($CDCl_3$, 100 MHz) δ: 171.01 (C-1′), 145.43 (C-8), 116.22 (C-7), 81.12 (C-3), 54.85 (C-18), 50.52 (C-5), 48.10 (C-9), 41.23 (C-14), 37.99 (C-20), 37.80 (C-13), 37.70 (C-4), 37.66 (C-22), 36.49 (C-1), 35.28 (C-19), 35.05 (C-10), 32.33 (C-12), 32.02 (C-17), 32.02 (C-28), 31.49 (C-16), 29.18 (C-21), 28.84 (C-15), 27.49 (C-23), 25.63 (C-29), 24.17 (C-2), 23.94 (C-6), 23.65 (C-26), 22.65 (C-27), 22.54 (C-30), 21.35 (C-2′), 16.79 (C-11), 15.79 (C-24), 13.01 (C-25)。以上数据与文献数据基本一致[8]，鉴定化合物 **9** 为 bauereny lacetate。

化合物 **10**：白色油脂状（丙酮），Liebermann-Burchard 反应阳性。^{1}H-NMR ($CDCl_3$, 400 MHz) δ: 5.54 (1H, s, H-12), 4.49 (1H, m, H-3), 1.21 (br s, H-4′～13′), 1.32, 1.12, 1.09, 0.86, 0.85, 0.85, 0.84, 0.82 (各 3H, s, CH_3-23～30)；^{13}C-NMR ($CDCl_3$, 100 MHz) δ: 199.97 (C-11), 173.54 (C-1′), 170.80 (C-13), 128.03 (C-12), 80.18 (C-3), 61.61 (C-9), 54.97 (C-5), 47.55 (C-18), 45.37 (C-14), 45.10 (C-19), 43.32 (C-8), 38.73 (C-1), 38.03 (C-4), 36.88 (C-10), 36.47 (C-22), 34.78 (C-2′), 34.40 (C-21), 33.04 (C-29), 32.65 (C-7), 32.32 (C-17), 31.91 (C-14′), 31.00 (C-20), 29.69～29.16 (C-4′～13′), 28.72 (C-28), 28.03 (C-23), 26.40 (C-16), 26.35 (C-15), 25.12 (C-3′), 23.56 (C-2), 23.46 (C-30), 23.36 (C-27), 22.68 (C-15′), 18.66 (C-26), 17.35 (C-6), 16.97 (C-25), 16.64 (C-24), 14.13 (C-16′)。以上数据与文献数据基本一致[9]，鉴定化合物 **10** 为 3β-hydroxy-11-oxo-olean-12-enyl palmitate。

化合物 **11**：白色油脂状（丙酮），Liebermann-Burchard 反应阳性。^{1}H-NMR ($CDCl_3$, 400 MHz) δ: 5.54 (1H, dd, J = 8.4, 3.2 Hz, H-15), 4.50 (1H, dd, J = 12.0, 6.0 Hz, H-3), 3.10 (1H, t, J = 5.0 Hz, H-11), 2.79 (1H, d, J = 5.0 Hz, H-12), 1.09, 1.07, 0.99, 0.95, 0.89, 0.86, 0.85, 0.81 (各 3H, s, CH_3-23～30)；^{13}C-NMR ($CDCl_3$, 100 MHz) δ: 173.50 (C-1′), 156.99 (C-14), 118.88 (C-15), 80.28 (C-3), 58.16 (C-12), 54.58 (C-5), 53.42 (C-11), 51.86 (C-9), 48.04 (C-18), 40.17 (C-19), 38.88 (C-8), 38.17 (C-22), 37.85 (C-1), 37.65 (C-4), 37.44 (C-10), 36.51 (C-21), 36.47 (C-13), 35.35 (C-17), 35.19 (C-16), 34.80 (C-2′), 33.64 (C-29), 33.10 (C-7), 31.9 (C-14′), 30.21 (C-27), 29.91 (C-28), 29.69～29.19 (C-4′～13′), 28.69 (C-20), 27.88 (C-23), 27.01 (C-26), 25.14 (C-3′), 23.22 (C-2), 22.69 (C-15′), 19.50 (C-30), 18.75 (C-6), 16.99 (C-24), 16.66 (C-25), 14.31 (C-16′)。以上数据与文献数据基本一致[9]，鉴定化合物 **11** 为 3β-hydroxy-11α, 12α-epoxy-friedoolean-14-enyl palmitate。

参考文献

[1] 中国科学院中国植物志编委会. 中国植物志 [M]. 北京: 科学出版社, 1999.

[2] Li X H, Feng J T, Shi Y P. Triterpenoids from *Saussurea ussuriensis* [J]. *Can J Chem*, 2008, 86: 281-284.

[3] 任玉琳, 杨峻山. 银背风毛菊化学成分的研究 [J]. 中国药物化学杂志, 2001, 36(2): 87-89.

[4] Reynods W F, Mclean S, Poplaaski J, *et al.* Total assignment of ^{13}C and ^{1}H spectra of three isomric triterpenol derivatives by 2D NMR [J]. *Tetrahedron*, 1986, 42: 3419-3428.

[5] Petrovic S D, Gorunouic M S, Wray V, *et al*. A taraxasterol derivative and phenolic compounds from *Hieracium gymnocephalum* [J]. *Phytochemistry*, 1999, 50: 293-296.

[6] Menichini F, Benedetto R D, Monache F D. A triterpene epoxide and a guaianoolide from *Ptilostemmon gnaphaoides* [J]. *Phytochemistry*, 1996, 41: 1377-1379.

[7] Kakuda R, Machida K, Yaoita Y, *et al*. Studies on the constituents of *Gentiana* species. II [J]. *Chem Pharm Bull*, 2003, 51(7): 885-887.

[8] Chakravarty A K, Das B, Mukhopadhyay S. Peracid oxidation products of swertanone, the novel triterpene of *Swertia chirata* [J]. *Tetrahedron*, 1991, 47: 2337-2350.

[9] Barreirosa M L, Davida J M, Pereiraa P A, *et al*. Fatty acid esters of triterpenes from *Erythroxylum passerinum* [J]. *J Braz Chem Soc*, 2002, 13: 669-673.