飞机草化学成分研究

王 韵[1]，司马硕丹[1]，李继霞[1]，赵 廷[1]，李 骘[2]，王于方[1]，张嫚丽[1*]，史清文[1*]
1. 河北医科大学药学院，河北 石家庄 050017
2. 安徽大学化学化工学院，安徽 合肥 230601

摘 要：目的 研究飞机草 *Eupatorium odoratum* 地上部分的化学成分。**方法** 通过色谱技术进行分离纯化，利用质谱、核磁共振等波谱技术鉴定化合物的结构。**结果** 从飞机草地上部分分离得到 7 个木脂素类化合物及 6 个其他类型化合物，分别鉴定为 (−)-松脂素（**1**）、7-甲氧基松脂素（**2**）、(−)-橄榄脂素（**3**）、臭矢菜素 C（**4**）、(−)-杜仲树脂酚（**5**）、(−)-丁香树脂酚（**6**）、臭矢菜素 A（**7**）、金色酰胺醇酯（**8**）、天师酸（**9**）、β-谷甾醇（**10**）、3β-乙酰基齐墩果酸（**11**）、乌苏酸（**12**）和 β-胡萝卜苷（**13**）。**结论** 化合物 **1**～**9**、**11**、**12** 为首次从该属中分离得到，同时化合物 **1**～**7** 也是该属中首次分得的木脂素类化合物。

关键词： 飞机草；(−)-松脂素；臭矢菜素 C；(−)-杜仲树脂酚；3β-乙酰基齐墩果酸
中图分类号： R284.1 **文献标志码：** A **文章编号：** 0253 - 2670(2012)12 - 2351 - 05

Study on chemical constituents of *Eupatorium odoratum*

WANG Yun[1], SIMA Shuo-dan[1], LI Ji-xia[1], ZHAO Ting[1], LI Zhi[2], WANG Yu-fang[1], ZHANG Man-li[1], SHI Qing-wen[1]
1. School of Pharmaceutical Sciences, Hebei Medical University, Shijiazhuang 050017, China
2. College of Chemistry & Chemical Engineering, Anhui University, Hefei 230601, China

Abstract: Objective To study the chemical constituents in the aerial parts of *Eupatorium odoratum*. **Methods** The chemical constituents in the aerial parts of *E. odoratum* were isolated by chromatography and identified by a comprehensive analysis of the spectral data. **Results** From the ethanol extract in the aerial parts of *E. odoratum*, seven lignans and six other types of compounds were isolated. The compounds were identified as (−)-pinoresinol (**1**), 7-mehtoxy-pinoresinol (**2**), (−)-olivil (**3**), cleomiscosin C (**4**), (−)-medioresinol (**5**), (−)-syringaresinol (**6**), cleomiscosin A (**7**), aurantiamide acetate (**8**), tianshic acid (**9**), β-sitosterol (**10**), 3β-acetyloleanolic acid (**11**), ursolic acid (**12**), and β-daucosterol (**13**). **Conclusion** Compounds **1**—**9** and **11**—**12** are isolated from the plants in *Eupatorium* L. for the first time, and compounds **1**—**7** are also the isolated lignans first from plants of *Eupatorium* L.

Key words: *Eupatorium odoratum* L.; (−)-pinoresinol; cleomiscosin C; (−)-medioresinol; 3β-acetyloleanolic acid

飞机草 *Eupatorium odoratum* L. 为菊科泽兰属多年生草本植物，在我国主要分布于广东、海南、广西、云南、贵州（西南部）等地。飞机草全草入药，在我国亦是民间常用草药，具有散瘀消肿、解毒、止血和杀虫功效，主要用于跌打肿痛、疮疡肿毒、皮炎和外伤出血[1]。现代药理学研究表明飞机草叶的提取物具有抑制绿脓杆菌、大肠杆菌、金黄色葡萄球菌、淋球菌的活性，并可促进伤口的愈合[2-3]。但是深入系统的化学成分研究及药理活性研究国内外未见报道。故深入系统阐明飞机草的化学成分，寻找该植物中具有生物活性的成分，对于已被列为外来入侵植物的飞机草的开发利用、变害为利、变废为宝具有深远的意义。

1 仪器与材料

Bruker Avance—500（德国Bruker公司）和Varian Unity Inova 500核磁共振仪（美国Varian公司）；Vacuum Generators ZAB—HS型质谱仪（英国VG公司）；薄层色谱和柱色谱用硅胶（300～400目）均为青岛海洋化工厂生产。薄层显色剂为10% H_2SO_4乙醇溶液，喷雾后加热显色。

收稿日期：2012-08-10
基金项目：河北省教育厅青年基金资助项目（2011172）；河北医科大学大学生创新性实验计划项目（2011403）
作者简介：王 韵（1991—），女，山东济南人，河北医科大学 2010 级本科生，从事天然产物化学成分的分离纯化及结构鉴定研究。
*通讯作者 史清文 Tel: (0311)86265634 E-mail: shiqingwen@hebmu.edu.cn
张嫚丽 Tel: (0311)86265634 E-mail: zhang-manli@163.com

飞机草 2011 年采自海南省文昌市，经河北医科大学王建华教授鉴定为 *Eupatorium odoratum* L. 全草，样品（2011-7）现保存于河北医科大学药学院生药标本室。

2　提取与分离

干燥的飞机草地上部分 12 kg，粉碎后用 95% 乙醇回流提取 3 次，合并提取液，减压浓缩得到浸膏。萃取后得石油醚、二氯甲烷和醋酸乙酯提取物 30、50 和 20 g。石油醚部位经硅胶柱色谱分离，石油醚-醋酸乙酯梯度洗脱（9∶1、9∶2、8∶2、6∶4、1∶1），得组份 Fr. 1～20。其中 Fr. 10 和 Fr. 18 分别经 2 次硅胶柱色谱分离，得到化合物 **10**（30 mg）、**11**（15 mg）、**12**（10 mg）、**8**（7 mg）。二氯甲烷部位经硅胶柱色谱分离，二氯甲烷-丙酮梯度洗脱（8∶2、7∶3、6∶4、1∶1），得组份 Fr. 1～10。将 Fr. 7 进行硅胶柱色谱分离，石油醚-醋酸乙酯（3∶2）等度洗脱，得到流分 Fr. 7-1～7-13。其中 Fr. 7-9 析出白色固体，经 Sephadex LH-20 纯化，得化合物 **1**（20 mg）；Fr. 7-12 析出化合物 **9**（15 mg）。Fr. 8 进行硅胶柱色谱分离，石油醚-丙酮（3∶2）等度洗脱，得到 12 个流分 Fr. 8-1～8-12。分别得到化合物 **2**（10 mg）、**3**（15 mg）、**4**（25 mg）。流分 Fr. 10 进行硅胶柱色谱分离，石油醚-醋酸乙酯（4∶3、1∶1、3∶4）梯度洗脱，得到 11 个流分 Fr. 10-1～10-11。分别得到化合物 **5**（40 mg）、**6**（30 mg）及 **7**（20 mg）。于醋酸乙酯部位得到化合物 **13**（15 mg）。

3　结构鉴定

化合物 **1**：白色粉末状固体（甲醇）。ESI-MS *m*/*z*: 357 $[M-H]^+$, 339 $[M-Me]^+$, 281, 265, 255。^{1}H-NMR (500 MHz, $CDCl_3$) δ: 6.89 (2H, d, J = 2.2 Hz, H-2, 2′), 6.88 (2H, d, J = 8.1 Hz, H-5, 5′), 6.81 (2H, dd, J = 8.1, 2.2 Hz, H-6, 6′), 4.73 (2H, d, J = 4.2 Hz, H-7, 7′), 3.09 (2H, m, H-8, 8′), 4.24 (2H, dd, J = 9.2, 6.9 Hz, H-9a, 9′a), 3.87 (2H, dd, J = 9.2, 3.8 Hz, H-9b, 9′b), 3.90 (6H, s, 3, 3′-OCH_3), 5.57 (2H, brs, 4, 4′-OH)；^{13}C-NMR (125 MHz, $CDCl_3$) δ: 132.8 (C-1, 1′), 108.4 (C-2, 2′), 146.5 (C-3, 3′), 145.4 (C-4, 4′), 114.0 (C-5, 5′), 118.8 (C-6, 6′), 85.7 (C-7, 7′), 54.0 (C-8, 8′), 71.5 (C-9, 9′), 55.7 (-OCH_3)。以上数据与文献报道一致[4]，故鉴定化合物 **1** 为 (−)-松脂素。

化合物 **2**：白色粒状结晶（丙酮）。ESI-MS *m*/*z*: 387 $[M-H]^+$, 373 $[M-Me]^+$, 355 $[M-Me-H_2O]^+$。^{1}H-NMR (500 MHz, $CDCl_3$) δ: 7.01 (1H, brs, H-2), 6.90 (1H, d, J = 7.8 Hz, H-5), 6.99 (1H, brd, J = 7.8 Hz, H-6), 3.30 (1H, q, J = 9.0 Hz, H-8), 4.09 (1H, dd, J = 9.0, 6.6 Hz, H-9a), 4.03 (1H, dd, J = 9.0, 1.8 Hz, H-9b), 6.92 (1H, brs, H-2′), 6.88 (1H, d, J = 7.8 Hz, H-5′), 6.83 (1H, dd, J = 7.8, 1.8 Hz, H-6′), 4.45 (1H, d, J = 7.2 Hz, H-7′), 3.02 (1H, ddd, J = 9.6, 6.6, 1.8 Hz, H-8′), 3.79 (1H, t, J = 9.0 Hz, H-9′a), 3.06 (1H, dd, J = 9.6, 6.4 Hz, H-9′b), 3.93 (3H, s, 3-OCH_3), 3.90 (3H, s, 3′-OCH_3), 5.64 (1H, s, 4-OH), 5.58 (1H, s, 4′-OH), 2.96 (3H, s, 7-OCH_3)。以上数据与文献报道一致[5]，故鉴定化合物 **2** 为 7-甲氧基松脂素。

化合物 **3**：白色粒状结晶（丙酮）。ESI-MS *m*/*z*: 375 $[M-H]^+$, 360 $[M-H-Me]^+$, 345 $[M-H-2Me]^+$, 327 $[M-H-2Me-H_2O]^+$。^{1}H-NMR (500 MHz, $CDCl_3$) δ: 7.00 (1H, d, J = 1.2 Hz, H-2), 6.86 (1H, d, J = 7.8 Hz, H-5), 6.85 (1H, dd, J = 7.8, 1.2 Hz, H-6), 4.69 (1H, d, J = 7.9 Hz, H-7), 2.48 (1H, dd, J = 7.5, 5.8 Hz, H-8), 3.95 (1H, ddd, J = 11.0, 7.2, 4.3 Hz, H-9a), 3.82 (1H, ddd, J = 11.0, 5.2, 5.1 Hz, H-9b), 6.81 (1H, d, J = 1.9 Hz, H-2′), 6.87 (1H, d, J = 8.1 Hz, H-5′), 6.77 (1H, dd, J = 8.1, 1.9 Hz, H-6′), 3.05 (1H, d, J = 13.8 Hz, H-7′a), 2.94 (1H, d, J = 13.8 Hz, H-7′b), 3.91 (1H, d, J = 9.2 Hz, H-9′a), 3.67 (1H, d, J = 9.2 Hz, H-9′b), 3.89 (3H, s, 3-OCH_3), 3.88 (3H, s, 3′-OCH_3), 5.61 (1H, s, 4-OH), 1.64 (1H, brt, J = 4.3 Hz, 9-OH), 5.57 (1H, s, 4′-OH), 2.22 (1H, s, 8′-OH)；^{13}C-NMR (125 MHz, $CDCl_3$) δ: 133.8 (C-1), 108.7 (C-2), 146.8 (C-3), 145.4 (C-4), 114.1 (C-5), 119.3 (C-6), 83.2 (C-7), 59.0 (C-8), 60.7 (C-9), 128.2 (C-1′), 112.8 (C-2′), 146.6 (C-3′), 144.7 (C-4′), 114.5 (C-5′), 122.9 (C-6′), 39.2 (C-7′), 81.3 (C-8′), 77.0 (C-9′), 55.9 (3-OCH_3), 56.0 (3′-OCH_3)。以上数据与文献报道一致[6]，故鉴定化合物 **3** 为 (−)-橄榄脂素。

化合物 **4**：白色针晶（丙酮）。ESI-MS *m*/*z*: 417 $[M+H]^+$, 399 $[M-OH]^+$, 387 $[M-H-CO]^+$, 367。^{1}H-NMR (500 MHz, $CDCl_3$) δ: 6.33 (1H, d, J = 8.0 Hz, H-3), 7.63 (1H, d, J = 8.0 Hz, H-4), 6.54 (1H, s, H-5), 6.68 (2H, s, H-2′, 6′), 5.04 (1H, d, J = 8.1 Hz, H-7′), 4.10 (1H, dt, J = 8.3, 3.8 Hz, H-8′), 3.58 (1H, brt, J = 10.0 Hz, H-9′a), 3.96 (1H, brd, J = 11.3 Hz, H-9′b), 2.15 (1H, brt, J = 7.6 Hz, 9′-OH), 5.61 (1H, s, 4′-OH), 3.89 (3H, s, 6-OCH_3), 3.91 (6H, s, 3′, 5′-OCH_3)；^{13}C-NMR (125 MHz, $CDCl_3$) δ: 160.6 (C-2),

114.2 (C-3), 143.8 (C-4), 100.3 (C-5), 146.0 (C-6), 137.4 (C-7), 131.8 (C-8), 138.3 (C-9), 111.7 (C-10), 126.1 (C-1′), 104.4 (C-2′, 6′), 147.4 (C-3′, 5′), 135.7 (C-4′), 76.8 (C-7′), 78.3 (C-8′), 61.2 (C-9′), 56.5 (3′, 5′-OCH_3), 56.3 (6-OCH_3)。以上数据与文献报道一致[7]，故鉴定化合物 **4** 为臭矢菜素 C。

化合物 **5**：白色粒状结晶（丙酮）。ESI-MS *m*/*z*: 389 $[M+H]^+$, 371 $[M-OH]^+$, 353 $[M+H-2H_2O]^+$, 265, 235, 205。^{1}H-NMR (500 MHz, $CDCl_3$) *δ*: 6.58 (2H, s, H-2, 6), 4.71 (1H, d, *J* = 4.7 Hz, H-7), 3.09 (2H, m, H-8, 8′), 4.27 (1H, dd, *J* = 8.9, 6.8 Hz, H-9a), 3.89 (1H, m, H-9b), 6.89 (1H, brs, H-2′), 6.88 (1H, d, H-5′), 6.81 (1H, dd, *J* = 8.0, 0.9 Hz, H-6′), 4.74 (1H, d, *J* = 4.3 Hz, H-7′), 3.09 (2H, m, H-8, 8′), 4.24 (1H, dd, *J* = 8.7, 6.6 Hz, H-9′a), 3.89 (1H, m, H-9′b), 3.89 (9H, s, 3, 5, 3′-OCH_3), 5.48 (1H, s, 4-OH), 5.58 (1H, s, 4′-OH)；^{13}C-NMR (125 MHz, $CDCl_3$) *δ*: 132.1 (C-1), 102.7 (C-2, 6), 147.2 (C-3, 5), 134.3 (C-4), 85.8 (C-7), 54.4 (C-8), 71.9 (C-9), 132.9 (C-1′), 108.6 (C-2′), 146.7 (C-3′), 145.3 (C-4′), 114.3 (C-5′), 118.9 (C-6′), 86.1 (C-7′), 54.1 (C-8′), 71.6 (C-9′), 56.4 (3, 5-OCH_3), 56.0 (3′-OCH_3)。以上数据与文献报道一致[8]，故鉴定化合物 **5** 为 (−)-杜仲树脂酚。

化合物 **6**：白色粒状结晶（丙酮）。ESI-MS *m*/*z*: 419 $[M+H]^+$, 401 $[M-OH]^+$, 383 $[M+H-2H_2O]^+$, 265, 235, 205。其离子碎片与化合物 **5** 很相似，相对分子质量仅相差 1 个甲氧基。^{1}H-NMR (500 MHz, $CDCl_3$) *δ*: 6.56 (2H, brs, H-2, 2′), 4.71 (2H, d, *J* = 4.2 Hz, H-7, 7′), 3.08 (2H, m, H-8, 8′), 4.26 (2H, dd, *J* = 9.2, 6.8 Hz, H-9a, 9′a), 3.89 (2H, dd, *J* = 9.2, 3.6 Hz, H-9b, 9′b), 3.87 (-OCH_3), 5.56 (2H, s, 4, 4′-OH)；^{13}C-NMR (125 MHz, $CDCl_3$) *δ*: 131.2 (C-1, 1′), 102.6 (C-2, 2′), 147.1 (C-3, 3′), 134.2 (C-4, 4′), 86.0 (C-7, 7′), 54.2 (C-8, 8′), 71.7 (C-9), 56.3 (-OCH_3)。以上数据与文献报道一致[4]，故鉴定化合物 **6** 为 (−)-丁香树脂酚。

化合物 **7**：白色针晶（丙酮）。ESI-MS *m*/*z*: 387 $[M+H]^+$, 409 $[M+Na]^+$, 425 $[M+K]^+$, 362 $[M+H-Me]^+$。^{1}H-NMR (500 MHz, $CDCl_3$) *δ*: 6.30 (1H, d, *J* = 9.6 Hz, H-3), 7.92 (1H, d, *J* = 9.6 Hz, H-4), 6.88 (1H, s, H-5), 6.99 (1H, d, *J* = 1.8 Hz, H-2′), 6.78 (1H, d, *J* = 8.4 Hz, H-5′), 6.84 (1H, dd, *J* = 8.4, 1.8 Hz, H-6′), 4.95 (1H, d, *J* = 7.8 Hz, H-7′), 4.28 (1H, m, H-8′), 3.34 (1H, m, H-9′a), 3.64 (1H, m, H-9′b), 3.75 (3H, s, 6-OCH_3), 3.74 (3H, s, 3′-OCH_3), 5.04 (1H, s, 9′-OH), 9.17 (1H, s, 4′-OH)；^{13}C-NMR (125 MHz, $CDCl_3$) *δ*: 160.4 (C-2), 113.6 (C-3), 145.2 (C-4), 101.2 (C-5), 145.7 (C-6), 137.5 (C-7), 132.1 (C-8), 138.5 (C-9), 111.7 (C-10), 127.1 (C-1′), 112.4 (C-2′), 148.0 (C-3′), 147.7 (C-4′), 115.8 (C-5′), 121.2 (C-6′), 76.7 (C-7′), 78.3 (C-8′), 60.3 (C-9′), 56.2 (6-OCH_3), 56.3 (3′-OCH_3)。以上数据与文献报道一致[9]，故鉴定化合物 **7** 为臭矢菜素 A。

化合物 **8**：白色羽状结晶（丙酮）。ESI-MS *m*/*z*: 445 $[M+H]^+$, 467 $[M+Na]^+$, 483 $[M+K]^+$。^{1}H-NMR (500 MHz, $CDCl_3$) *δ*: 2.01 (3H, s, H-1), 3.91 (1H, dd, *J* = 11.4, 4.8 Hz, H-3a), 3.79 (1H, dd, *J* = 11.4, 4.2 Hz, H-3b), 4.33 (1H, m, H-4), 5.87 (1H, d, *J* = 9.0 Hz, H-5), 4.74 (1H, dd, *J* = 7.8, 1.8 Hz, H-7), 6.70 (1H, d, *J* = 7.8 Hz, H-8), 3.21 (1H, dd, *J* = 6.0, 7.8 Hz, H-10a), 2.73 (1H, dd, *J* = 13.8, 6.4 Hz, H-10b), 2.73 (2H, dd, *J* = 13.8, 7.2 Hz, H-11), 7.69 (2H, brd, *J* = 7.2 Hz, H-2′, 6′), 7.27 (2H, d, *J* = 7.2 Hz, H-3′, 5′), 7.43 (1H, d, *J* = 7.8 Hz, H-4′), 7.22 (2H, brd, *J* = 8.4 Hz, H-2″, 6″), 7.15 (3H, m, H-3″, 4″, 5″), 7.05 (2H, brd, *J* = 6.6 Hz, H-2‴, 6‴), 7.13 (3H, m, H-3‴, 4‴, 5‴)；^{13}C-NMR (125 MHz, $CDCl_3$) *δ*: 20.8 (C-1), 170.7 (C-2), 64.5 (C-3), 49.4 (C-4), 170.1 (C-6), 54.9 (C-7), 167.0 (C-9), 38.4 (C-10), 37.4 (C-11), 133.6 (C-1′), 128.6 (C-2′, 6′), 128.7 (C-3′, 5′), 131.9 (C-4′), 136.6 (C-1″), 129.2 (C-2″, 6″), 128.7 (C-3″, 4″, 6″), 136.6 (C-1‴), 129.1 (C-2‴, 6‴), 128.7 (C-3‴, 5‴), 126.7 (C-4‴)。以上数据与文献报道一致[10]，故鉴定化合物 **8** 为金色酰胺醇酯。

化合物 **9**：白色针晶（丙酮）。ESI-MS *m*/*z*: 329 $[M-H]^+$, 229, 211。^{1}H-NMR (500 MHz, acetone-d_6) *δ*: 2.27 (2H, t, *J* = 7.5 Hz, H-2), 1.58 (2H, q, *J* = 7.5 Hz, H-3), 1.31 (2H, m, H-4), 1.30 (2H, m, H-5), 1.49 (4H, m, H-6, 7), 4.05 (1H, q, *J* = 5.9 Hz, H-8), 5.72 (1H, dd, *J* = 15.5, 5.7 Hz, H-9), 5.66 (1H, ddd, *J* = 15.5, 6.2, 0.7 Hz, H-10), 3.84 (1H, t, *J* = 6.2 Hz, H-11), 3.34 (1H, ddd, *J* = 8.2, 6.2, 2.1 Hz, H-12), 1.40～1.60 (10H, m, H-13～17), 0.87 (3H, t, *J* = 7.1 Hz, 18-CH_3)；^{13}C-NMR (125 MHz, acetone-d_6) *δ*: 174.6 (C-1), 34.1 (C-2), 25.6 (C-3), 29.7 (C-4), 30.2 (C-5, 6), 38.4 (C-7), 72.1 (C-8), 136.6 (C-9), 130.5

(C-10), 76.2 (C-11), 75.2 (C-12), 33.5 (C-13), 32.7 (C-14～16), 23.3 (C-17), 14.3 (C-18)。以上数据与文献报道一致[11]，故鉴定化合物 **9** 为天师酸。

化合物 **10**：白色针晶（丙酮）。与 β-谷甾醇对照品共薄层，3 种展开系统下斑点颜色及 Rf 值均相同，故鉴定化合物 **10** 为 β-谷甾醇。

化合物 **11**：白色粉末状固体（醋酸乙酯）。ESI-MS *m*/*z*: 499 $[M+H]^+$, 456。^{1}H-NMR (500 MHz, $CDCl_3$) *δ*: 1.61 (1H, m, H-1e), 1.05 (1H, m, H-1a), 1.63 (2H, m, H-2), 4.50 (1H, brdd, *J* = 8.6, 7.1 Hz, H-3), 0.84 (1H, d, *J* = 11.0 Hz, H-5), 1.52 (1H, m, H-6a), 1.38 (1H, m, H-6e), 1.47 (1H, m, H-7a), 1.30 (1H, m, H-7e), 1.57 (1H, m, H-9), 1.89 (2H, m, H-11), 5.29 (1H, *J* = 3.3 Hz, H-12), 1.72 (1H, d, *J* = 13.6, 3.8 Hz, H-15a), 1.08 (1H, m, H-15e), 2.00 (1H, d, *J* = 13.6, 3.8 Hz, H-16a), 1.63 (1H, m, H-16e), 2.82 (1H, dd, *J* = 13.6, 4.1 Hz, H-18), 1.63 (1H, m, H-19a), 1.16 (1H, m, H-19e), 1.35 (1H, m, H-21a), 1.22 (1H, m, H-21e), 1.78 (1H, m, H-22a), 1.58 (1H, m, H-22e), 0.86 (3H, s, 4a-CH_3), 0.84 (3H, s, 4e-CH_3), 0.78 (3H, s, 8-CH_3), 0.95 (3H, s, 10-CH_3), 1.14 (3H, s, 14-CH_3), 0.92 (3H, s, 20-CH_3), 0.94 (3H, s, 20-CH_3), 2.05 (3H, s, 3-Ac)；^{13}C-NMR (125 MHz, $CDCl_3$) *δ*: 37.9 (C-1), 27.7 (C-2), 81.0 (C-3), 37.4 (C-4), 55.1 (C-5), 17.9 (C-6), 32.4 (C-7), 39.2 (C-8), 47.4 (C-9), 36.7 (C-10), 23.1 (C-11), 122.6 (C-12), 143.3 (C-13), 41.3 (C-14), 27.3 (C-15), 22.7 (C-16), 46.4 (C-17), 40.9 (C-18), 45.5 (C-19), 30.4 (C-20), 33.5 (C-21), 32.1 (C-22), 16.2 (4a-CH_3), 27.9 (4e-CH_3), 16.6 (8-CH_3), 15.2 (10-CH_3), 25.7 (14-CH_3), 32.8 (20-CH_3), 23.3 (20-CH_3), 21.0, 170.9 (3H, s, 3-Ac), 182.4 (17-COOH)。以上数据与文献报道一致[12]，故鉴定化合物 **11** 为 3β-乙酰基齐墩果酸。

化合物 **12**：白色粉末状固体（丙酮）。ESI-MS *m*/*z*: 457 $[M+H]^+$。^{1}H-NMR (500 MHz, $CDCl_3$) *δ*: 1.64 (1H, m, H-1e), 0.99 (1H, m, H-1a), 1.58 (2H, m, H-2), 3.22 (1H, brdd, *J* = 11.3, 4.2 Hz, H-3), 0.72 (1H, d, *J* = 11.0 Hz, H-5), 1.53 (1H, m, H-6a), 1.36 (1H, m, H-6e), 1.74 (1H, m, H-7a), 1.67 (1H, m, H-7e), 1.50 (1H, m, H-9), 1.92 (2H, m, H-11), 5.25 (1H, *J* = 3.5 Hz, H-12), 1.87 (1H, m, H-15a), 1.09 (1H, m, H-15e), 2.01 (1H, m, H-16a), 1.66 (1H, m, H-16e), 2.19 (1H, d, *J* = 11.0 Hz, H-18), 1.33 (1H, m, H-19), 1.01 (1H, m, H-20), 1.51 (1H, m, H-21a), 1.31 (1H, m, H-21e), 1.728 (1H, m, H-22a), 1.67 (1H, m, H-22e), 0.77 (3H, s, 4a-CH_3), 0.99 (3H, s, 4e-CH_3), 0.79 (3H, s, 8-CH_3), 0.93 (3H, s, 10-CH_3), 1.08 (3H, s, 14-CH_3), 0.86 (3H, s, 19-CH_3), 0.94 (3H, s, 20-CH_3)；^{13}C-NMR (125 MHz, $CDCl_3$) *δ*: 38.6 (C-1), 27.2 (C-2), 79.1 (C-3), 38.7 (C-4), 55.2 (C-5), 18.3 (C-6), 33.0 (C-7), 39.5 (C-8), 47.5 (C-9), 37.0 (C-10), 23.3 (C-11), 125.9 (C-12), 137.5 (C-13), 42.0 (C-14), 28.0 (C-15), 24.0 (C-16), 47.9 (C-17), 52.7 (C-18), 39.1 (C-19), 38.8 (C-20), 30.6 (C-21), 36.7 (C-22), 15.6 (4a-CH_3), 28.1 (4e-CH_3), 17.1 (8-CH_3), 15.5 (10-CH_3), 23.6 (14-CH_3), 17.0 (19-CH_3), 21.2 (20-CH_3), 182.4 (17-COOH)。以上数据与文献报道一致[13]，故鉴定化合物 **12** 为乌苏酸。

化合物 **13**：白色粉末状固体（醋酸乙酯）。Molish 反应阳性，10%硫酸乙醇溶液喷雾加热显紫红色。与 β-胡萝卜苷对照品共薄层，3 种展开系统下斑点颜色及 Rf 值均相同，故鉴定化合物 **13** 为 β-胡萝卜苷。

4 生物活性筛选

将化合物 **1**～**7**、**11**、**12** 在质量浓度为 1、10、100 μg/mL 下，进行了人子宫颈癌细胞株（HeLa）、人卵巢透明癌细胞株（HOC-21）、人脑神经胶质瘤细胞株（U251SP 和 T-98）、人肺癌细胞株（PC-6）、人肺扁平上皮癌细胞株（QG-56）、人肝癌细胞株（HLE）、人黑色素瘤细胞株（MM1-CB 和 HMV-1）等人肿瘤细胞株的增殖抑制活性筛选。结果，化合物 **11** 在终质量浓度为 100 μg/mL 与阳性对照顺铂处理上述细胞 48 h，显示了一定的抑制细胞增殖的活性，其肿瘤细胞存活率为 3.73%～7.48%（同等浓度下顺铂处理存活率为 24.71%～83.61%），但此增殖抑制活性无剂量依赖性，推测可能为细胞毒活性。

参考文献

[1] 江苏新医学院. 中药大辞典 [M]. 上海: 上海科学技术出版社, 1979.

[2] Phan T T, Hughes M A, Cherry G W. Effects of an aqueous extract from the leaves of *Chromolaena odorata* on the proliferation of human keratino-cytes and on their migration in an *in vitro* model of reepithelialization [J]. *Wound Repair Regen*, 2001, 9(4): 305-313.

[3] Thang P T, Patrick S, Teik L S, *et al*. Anti-oxidant effects of the extracts from the leaves of *Chromolaena odorata* on human dermal fibroblasts and epidermal keratino-

cytes against hydrogen peroxide and hypoxanthine-xanthine oxidase induced damage [J]. *Burns*, 2001, 27(4): 319-327.

[4] 张 强, 孙隆儒. 白马骨根的化学成分研究 [J]. 中药材, 2006, 29(8): 786-788.

[5] Archard M A, Gill M, Strauch R J. Anthraquinones from the genus *Cortinarius* [J]. *Phytochemistry*, 1985, 24(11): 2755-2758.

[6] Liu L H, Pu J X, Zhao J F, *et al*. A new lignan from *Boschniakia himalaica* [J]. *Chin Chem Lett*, 2004, 15(1): 43-45.

[7] Yoshikawa K, Kawahara Y, Arihara S, *et al*. Aromatic compounds and their antioxidant activity of *Acer saccharum* [J]. *J Nat Med*, 2011, 65(1): 191-193.

[8] 李 丹, 刘明生, 李占林. 海南裂叶山龙眼化学成分的研究 II [J]. 中国中药杂志, 2008, 33(4): 409-411.

[9] Kan S, Chen G Y, Han C R, *et al*. Chemical constituents from the roots of *Xanthium sibiricum* [J]. *Nat Prod Res*, 2011, 25(13): 1243-1249.

[10] 郑飞龙, 罗跃华, 魏孝义, 等. 千金子中非萜类化学成分的研究 [J]. 热带亚热带植物学报, 2009, 17(3): 298-301.

[11] 相 宇, 姚源璋, 周秋香, 等. 猪毛菜中一新黄酮苷 [J]. 中草药, 2009, 40(12): 1858-1860.

[12] 王安伟, 陈光英, 尹文清, 等. 大叶鱼骨木茎的化学成分研究 [J]. 林业化学与工业, 2008, 28(2): 124-126.

[13] 刘 坤, 公维镇, 王俊丽, 等. 银莲花化学成分研究 [J]. 中草药, 2012, 43(3): 448-451.

《中草药》杂志最新佳绩

《中草药》杂志 2011 年荣获**第二届中国出版政府奖**，中国出版政府奖是国家新闻出版行业的最高奖，第二届中国出版政府奖首次设立期刊奖，《中草药》等 10 种科技期刊获此殊荣。2011 年 3 月 18 日于北京举行了盛大的颁奖典礼。

《中国科技期刊引证报告》2011 年 12 月 2 日发布：《中草药》杂志 2010 年总被引频次 6 178，名列我国科技期刊第 14 名，中医学与中药类期刊**第 1 名；影响因子 0.904**，基金论文比 0.680，权威因子 2 269.200；综合评价总分 76.6，位列中医学与中药学类期刊第 1 名。连续 7 年（2005—2011 年）荣获“百种中国杰出学术期刊”，再次荣获“中国精品科技期刊”（2008 年首次设立，每 3 年一届），荣获天津市第十届优秀期刊评选特别奖。

中国知网（CNKI）《中国学术期刊影响因子年报》2011 年 12 月 22 日发布：《中草药》杂志总被引频次 16 359，影响因子 1.453，位列中医学与中药学期刊第 1 名，基金论文比 0.74，WEB 下载量 39.1 万次。

注册商标“中草药®”2011 年被评为天津市著名商标。