

· 基础研究 ·

博落回鲜叶中生物碱类化学成分的分离与结构鉴定[△]杨鹏^{1,2}, 向锋^{1,2}, 卿志星^{1,2}, 曹华亮³, 曾建国^{1,2,3*}

[1. 湖南中医药大学药学院, 湖南 长沙 410208;

2. 国家中药材生产(湖南)技术中心, 湖南 长沙 410128;

3. 湖南农业大学兽用中药资源与中兽药创制国家地方联合工程研究中心, 湖南 长沙 410128]

[摘要] 目的: 研究博落回叶的化学成分。方法: 采用硅胶柱色谱以及制备液相色谱法进行分离纯化, 并根据波谱数据鉴定化合物结构。结果: 从博落回新鲜叶的乙醇提取物中分离纯化得到14个生物碱, 分别鉴定为: 原阿片碱(1)、别隐品碱(2)、血根碱(3)、白屈菜红碱(4)、去甲基白屈菜红碱(5)、去氢紫堇碱(6)、*N*-甲基四氢黄连碱(7)、黄柏碱(8)、6-甲氧基去甲基血根碱(9)、6-氰基二氢血根碱(10)、6-氰基二氢白屈菜红碱(11)、6-丙酮基二氢血根碱(12)、二氢血根碱(13)、二氢白屈菜红碱(14)。结论: 其中化合物5~9为首次在博落回属植物中分离得到。

[关键词] 博落回; 叶; 生物碱

Isolation and Identification of Alkaloids from Fresh Leaves of *Macleaya cordata*YANG Peng^{1,2}, XIANG Feng^{1,2}, QING Zhixing^{1,2}, CAO Hualiang³, ZENG Jianguo^{1,2,3*}

(1. College of Pharmacy, Hunan University of Chinese Medicine, Changsha 410208, China;

2. Hunan Co-innovation Center for Utilization of Botanicals Functional Ingredients, Changsha 410128, China;

3. National and Provincial Union Engineering Research Center for the Veterinary Herbal Medicine Resources and Initiative, Hunan Agricultural University, Changsha 410128, China)

[Abstract] **Objective:** To study the alkaloids from the leaf of *Macleaya cordata*. **Methods:** The alkaloids were isolated and purified by silica gel column chromatography and preparative liquid chromatography, and the structures were elucidated based on the spectral data. **Results:** 14 alkaloids were obtained from the fraction of ethanol extract and identified as protopine (1), allocryptopine (2), sangunarine (3), chelerythrine (4), Norchelerythrine (5), dehydrocorydaline (6), *N*-methyltetrahydrocoptisine (7), phellodendrine (8), 6-methoxyldemethylsanguinarine (9), 6-cyanodihydrosangunarine (10), 6-cyanodihydrochelerythrine (11), 6-acetyldihydrosangunarine (12), dihydrosangunarine (13) and dihydrochelerythrine (14). **Conclusion:** Compounds 5-9 are isolated from *Macleaya cordata* for the first time.

[Keywords] *Macleaya cordata* (Willd.) R. Br.; leaf; alkaloids

doi:10.13313/j.issn.1673-4890.2017.10.004

博落回 *Macleaya cordata* (Willd.) R. Br. 系罂粟科博落回属植物, 是多年生草本植物, 多以全草入药。具有杀虫、解毒、消肿等功效, 主要分布在中国以及东南亚, 在我国主要分布在湖南、安徽、江苏等省^[1]。现代研究表明博落回中主要活性成分是生物碱, 具有抗炎、抗菌、抗肿瘤^[2]、促进动物生长^[3]等作用。在本研究团队对博落回化学成分已有的研究基础上^[4-8], 选择博落回不同部位进行更全面的化学成分研究, 本实验利用硅胶柱色谱和制备高

效液相色谱法对博落回叶化学成分进行研究。分离得到14个化合物, 通过¹H-NMR、¹³C-NMR等波谱技术确定化合物的结构, 分别鉴定为: 原阿片碱(1)、别隐品碱(2)、血根碱(3)、白屈菜红碱(4)、去甲基白屈菜红碱(5)、去氢紫堇碱(6)、*N*-甲基四氢黄连碱(7)、黄柏碱(8)、6-甲氧基去甲基血根碱(9)、6-氰基二氢血根碱(10)、6-氰基二氢白屈菜红碱(11)、6-丙酮基二氢血根碱(12)、二氢血根碱(13)、二氢白屈菜红碱(14)。其中, 5~9为首次在

[△] [基金项目] 湖南省科技重点计划(2016SK3002)

* [通信作者] 曾建国, 教授, 研究方向: 中药资源与综合利用; Tel: (0731)84673824, E-mail: zengjianguo@hunau.edu.cn

博落回属植物中分离得到。

1 仪器与材料

Bruker AV-400 MHz 型核磁共振仪(瑞士 Bruker 公司); HPLC-Q-TOF-MS(美国 Agilent 公司); 制备高效液相色谱仪(美国 Agilent 公司); 柱色谱硅胶(300~400目)、GF₂₅₄薄层硅胶高效板(青岛海洋化工厂); 实验用乙醇、甲醇、二氯甲烷、正己烷、丙酮、三乙胺、浓氨水、浓硫酸均为分析纯; 色谱纯甲醇、乙腈、甲酸(德国 Merck 公司); 实验用水为蒸馏水和 Milli-Q 超纯水。

博落回新鲜叶于2014年9月采自国家中药材生产(湖南)技术中心长沙基地, 经湖南中医药大学杨广民教授鉴定为罂粟科博落回属植物博落回 *Macleaya cordata*(Willd.) R. Br. 的叶子, 标本存放于国家中药材生产(湖南)技术中心。

2 提取与分离

取博落回新鲜叶 100 kg, 委托湖南美可达生物资源有限公司提取, 清水洗净, 95% 乙醇水浸泡 12 h, 多功能提取罐回流提取 2 次, 每次提取时间为 1 h, 回收溶剂, 浓缩得到博落回流浸膏 14 kg, 继续用旋转蒸发器浓缩, 得到浸膏 6 kg, 浸膏加入 10 倍量 1% 硫酸水溶液, 搅拌, 调 pH 至 3, 静止 24 h, 滤去沉淀, 滤液加浓氨水调 pH 到 10, 搅拌, 静止 24 h, 除去上清液, 得到沉淀, 浓缩干燥后为 290.5 g。沉淀部分经硅胶柱色谱, 依次用石油醚-乙酸乙酯(4:1~1:1)和甲醇洗脱, 收集流分, 共得 5 个组分。每个组分经反复硅胶柱色谱和制备高效液相色谱法进行分离纯化。分离得到化合物 **1**(728.0 mg)、**2**(1.4 g)、**3**(316.4 mg)、**4**(225.3 mg)、**5**(8.2 mg)、**6**(7.6 mg)、**7**(7.0 mg)、**8**(5.4 mg)、**9**(9.4 mg)、**10**(11.6 mg)、**11**(10.4 mg)、**12**(21.6 mg)、**13**(17.9 mg)、**14**(15.8 mg)。

3 结构鉴定

化合物 **1**: 白色粉末。ESI-MS m/z : 354.1 [M + H]⁺; 分子式为 C₂₀H₁₉NO₅。¹H-NMR (400 MHz, CDCl₃) δ : 6.89(1H, s, H-1), 6.67(2H, dd, J = 4 Hz, H-11, 12), 6.63(1H, s, H-4), 5.94(2H, s, 2-OCH₂O-3), 5.91(2H, s, 9-OCH₂O-10), 3.78(2H, m, H-13), 3.57(2H, m, H-8), 2.88(2H,

m, H-6), 2.52(2H, m, H-5), 1.91(3H, s, N-CH₃); ¹³C-NMR (100 MHz, CDCl₃) δ : 108.2(C-1), 148.1(C-2), 146.1(C-3), 110.6(C-4), 132.9(C-4a), 31.9(C-5), 57.9(C-6), 50.9(C-8), 118.0(C-8a), 146.4(C-9), 146.0(C-10), 106.8(C-11), 125.7(C-12), 129.1(C-12a), 46.6(C-13), 194.9(C-14), 136.3(C-14a), 101.3(2-OCH₂O-3), 100.9(9-OCH₂O-10), 41.7(N-CH₃)。以上数据与文献报道基本一致^[9], 故鉴定化合物 **1** 为原阿片碱。

化合物 **2**: 无色晶体(甲醇)。ESI-MS m/z : 370.1 [M + H]⁺; 分子式为 C₂₁H₂₄NO₅。¹H-NMR (400 MHz, CDCl₃) δ : 6.93(1H, s, H-1), 6.87(1H, d, J = 4 Hz, H-11), 6.79(1H, d, J = 4 Hz, H-12), 6.61(1H, s, H-4), 5.91(2H, s, 2-OCH₂O-3), 3.88(3H, s, 9-OCH₃), 3.79(3H, s, 10-OCH₃), 3.78(2H, m, H-13), 3.57(2H, m, H-8), 2.88(2H, m, H-6), 2.52(2H, m, H-5), 1.91(3H, s, N-CH₃); ¹³C-NMR (100 MHz, CDCl₃) δ : 109.2(C-1), 146.1(C-2), 147.4(C-3), 110.6(C-4), 132.9(C-4a), 32.4(C-5), 57.6(C-6), 50.2(C-8), 128.6(C-8a), 151.6(C-9), 146.1(C-10), 110.6(C-11), 127.7(C-12), 129.6(C-12a), 46.3(C-13), 193.3(C-14), 136.0(C-14a), 101.2(2-OCH₂O-3), 60.1(9-OCH₃), 55.1(10-OCH₃), 41.2(N-CH₃)。以上数据与文献报道基本一致^[9], 故鉴定化合物 **2** 为别隐品碱。

化合物 **3**: ESI-MS m/z : 332.0 [M]⁺, 分子式为 C₂₀H₁₄NO₄⁺; 化合物 **4**: ESI-MS m/z : 348.1 [M]⁺; 分子式为 C₂₁H₁₈NO₄⁺。与实验室血根碱、白屈菜红碱对照品在石油醚-乙酸乙酯(2:1)、石油醚-丙酮(3:1)中展开, 结果 R_f 值一致, 故化合物 **3** 和 **4** 分别鉴定为血根碱、白屈菜红碱。

化合物 **5**: 粉红色粉末。ESI-MS m/z : 334.1 [M + H]⁺; 分子式为 C₂₀H₁₅NO₄。¹H-NMR (600 MHz, CDCl₃) δ : 9.77(1H, s, H-6), 8.73(1H, s, H-1), 8.38(1H, s, H-4), 8.38(1H, d, J = 8.4 Hz, H-12), 7.87(1H, d, J = 8.4 Hz, H-11), 7.62(1H, d, J = 8.4 Hz, H-10), 7.29(1H, d, J = 8.4 Hz, H-9), 6.16(2H, s, 2, 3-OCH₂O-), 4.15(3H, s, 7-OCH₃), 4.08(3H, s, 8-OCH₃); ¹³C-NMR (150 MHz, CDCl₃) δ : 104.4(C-1), 148.5(C-2), 148.0(C-3), 102.1(C-4), 121.8(C-4a),

128.0(C-4b), 145.2(C-6), 120.1(C-6a), 146.4(C-7), 149.4(C-8), 127.1(C-9), 118.2(C-10), 128.8(C-10a), 118.7(C-10b), 118.3(C-11), 129.7(C-12), 131.0(C-12a), 101.4(2, 3-OCH₂O-), 62.0(7-OCH₃), 56.8(8-OCH₃)。以上数据与文献报道基本一致^[10], 故鉴定化合物**5**为去甲基白屈菜红碱, 为首次在博落回属植物中分离得到。

化合物**6**: 黄色晶体(甲醇)。ESI-MS m/z : 366.1 [M]⁺; 分子式为C₂₂H₂₄NO₄⁺。¹H-NMR(400 MHz, CD₃OD)δ: 9.66(1H, s, H-8), 8.01(1H, d, $J = 8.6$ Hz, H-11), 7.92(1H, d, $J = 8.6$ Hz, H-12), 7.25(1H, s, H-1), 7.04(1H, s, H-4), 4.98(2H, t, $J = 6.4$ Hz, H-6), 4.25(3H, s, 9-OCH₃), 4.08(3H, s, 10-OCH₃), 4.04(3H, s, 3-OCH₃), 4.02(3H, s, 2-OCH₃), 3.22(2H, t, $J = 6.4$ Hz, H-5), 2.83(3H, s, 13-CH₃); ¹³C-NMR(100 MHz, CD₃OD)δ: 152.6(C-2), 151.4(C-10), 149.2(C-3), 146.1(C-9), 145.0(C-8), 135.5(C-12a), 132.6(C-13a), 132.2(C-4a), 128.1(C-11), 123.3(C-8a), 122.7(C-12), 121.0(C-13b), 116.4(C-13), 115.9(C-1), 112.3(C-4), 62.6(9-OCH₃), 58.5(C-6), 57.3(10-OCH₃), 56.9(2-OCH₃), 56.5(3-OCH₃), 28.1(C-5), 18.5(13-CH₃)。以上数据与文献报道基本一致^[11], 故鉴定化合物**6**为去氢紫堇碱, 为首次在博落回属植物中分离得到。

化合物**7**: 黄色晶体(甲醇)。ESI-MS m/z : 338.1 [M]⁺; 分子式为C₂₀H₂₀NO₄⁺。¹H-NMR(400 MHz, CDCl₃)δ: 6.82(1H, s, H-1), 6.75(1H, d, $J = 8.4$ Hz, H-12), 6.70(1H, d, $J = 8.4$ Hz, H-12), 6.67(1H, s, H-4), 6.01(2H, s, 2-OCH₂O-3), 5.95(2H, s, 9-OCH₂O-10), 4.25(1H, d, $J = 15.6$ Hz, H-8b), 3.74(1H, m, H-14), 3.56(1H, d, $J = 15.6$ Hz, H-8a), 3.24(1H, m, H-13b), 3.20(3H, s, N-CH₃), 3.15(1H, s, H-6b), 2.84(1H, m, H-5b), 2.68(1H, m, H-6a), 2.66(1H, m, H-13a), 2.62(1H, m, H-5a); ¹³C-NMR(100 MHz, CDCl₃)δ: 150.1(C-9), 148.7(C-2), 146.2(C-10), 145.3(C-3), 128.5(C-12a), 121.6(C-13b), 120.7(C-12), 120.1(C-4a), 118.4(C-8a), 112.5(C-4), 110.3(C-11), 108.3(C-1), 102.0(9-OCH₂O-10), 101.5(2-OCH₂O-3), 64.6(C-

13a), 56.9(C-8), 53.5(C-6), 52.1(N-CH₃), 35.6(C-13), 27.8(C-5)。以上数据与文献报道基本一致^[12], 故鉴定化合物**7**为N-甲基四氢黄连碱, 为首次在博落回属植物中分离得到。

化合物**8**: 橙红色晶体(甲醇)。ESI-MS m/z : 342.1 [M]⁺; 分子式为C₂₀H₂₄NO₄⁺。¹H-NMR(400 MHz, CD₃OD)δ: 6.86(1H, s, H-1), 6.84(1H, s, H-4), 6.75(1H, s, H-12), 6.72(1H, s, H-9), 5.08(1H, m, H-13a), 4.68(2H, m, H-8), 3.82(6H, s, 2 × OCH₃), 3.47(1H, m, H-6), 3.38(1H, m, H-6'), 3.34(2H, m, H-13), 3.11(1H, m, H-5), 3.05(1H, m, H-5'); ¹³C-NMR(100 MHz, CD₃OD)δ: 150.1(C-10), 149.1(C-3), 148.7(C-2), 147.3(C-11), 126.1(C-12a), 122.5(C-8a), 120.2(C-4a), 116.4(C-13b), 115.7(C-12), 114.3(C-4), 112.8(C-9), 110.7(C-1), 66.8(C-13a), 65.5(C-8), 56.2(2 × OCH₃), 52.5(C-6), 50.7(N-CH₃), 35.1(C-13), 24.5(C-5)。以上数据与文献报道基本一致^[10], 故鉴定化合物**8**为黄柏碱, 为首次在博落回属植物中分离得到。

化合物**9**: 桔黄色粉末。ESI-MS m/z : 348.1 [M + H]⁺; 分子式为C₂₀H₁₃NO₅。¹H-NMR(600 MHz, CDCl₃)δ: 9.77(1H, s, H-6), 8.73(1H, s, H-1), 8.38(1H, s, H-4), 8.38(1H, d, $J = 8.4$ Hz, H-12), 7.87(1H, d, $J = 8.4$ Hz, H-11), 7.62(1H, d, $J = 8.4$ Hz, H-10), 7.29(1H, d, $J = 8.4$ Hz, H-9), 6.16(2H, s, 2, 3-OCH₂O-), 4.15(3H, s, 7-OCH₃), 4.08(3H, s, 8-OCH₃); ¹³C-NMR(150 MHz, CDCl₃)δ: 104.4(C-1), 148.5(C-2), 148.0(C-3), 102.1(C-4), 121.8(C-4a), 128.0(C-4b), 145.2(C-6), 120.1(C-6a), 146.4(C-7), 149.4(C-8), 127.1(C-9), 118.2(C-10), 128.8(C-10a), 118.7(C-10b), 118.3(C-11), 129.7(C-12), 131.0(C-12a), 101.4(2, 3-OCH₂O-), 62.0(7-OCH₃), 56.8(8-OCH₃)。以上数据与文献报道基本一致^[11], 故鉴定化合物**9**为6-甲氧基去甲基血根碱, 为首次在博落回属植物中分离得到。

化合物**10**: 白色粉末。ESI-MS m/z : 359.1 [M + H]⁺; 分子式为C₂₁H₁₄N₂O₄。¹H-NMR(400 MHz, CDCl₃)δ: 7.71(1H, d, $J = 8.4$ Hz, H-11), 7.65(1H, s, H-4), 7.56(1H, d, $J = 8.4$ Hz, H-12), 7.37(1H, d, $J = 8.4$ Hz, H-10), 7.12(1H, s, H-4),

6.97 (1H, d, $J = 8.4$ Hz, H-9), 6.12 (2H, dd, $J = 1.6$ Hz, 2-OCH₂O-3), 6.10 (2H, s, 7-OCH₂O-8), 5.32 (1H, s, H-6), 2.66 (3H, s, N-CH₃); ¹³C-NMR(100 MHz, CDCl₃) δ : 104.6 (C-1), 148.1 (C-2), 147.9 (C-3), 100.7 (C-4), 126.8 (C-4a), 138.6 (C-4b), 48.8 (C-6), 117.2 (C-6a), 148.7 (C-7), 145.1 (C-8), 109.5 (C-9), 125.4 (C-10), 125.4 (C-10a), 123.2 (C-10b), 120.2 (C-11), 117.4 (C-12), 131.4 (C-12a), 101.3 (2-OCH₂O-3), 102.3 (7-OCH₂O-8), 41.6 (N-CH₃), 107.7 (6-CN)。以上数据与文献报道基本一致^[4], 故鉴定化合物 **10** 为 6-氰基二氢血根碱。

化合物 **11**: 白色粉末。ESI-MS m/z : 375.1 [M + H]⁺; 分子式 C₂₂H₁₈N₂O₄。¹H-NMR(400 MHz, CDCl₃) δ : 7.72 (1H, d, $J = 8.4$ Hz, H-11), 7.65 (1H, s, H-4), 7.58 (1H, d, $J = 8.4$ Hz, H-10), 7.56 (1H, d, $J = 8.4$ Hz, H-12), 7.12 (1H, s, H-1), 7.07 (1H, d, $J = 8.4$ Hz, H-9), 6.06 (2H, s, 2-OCH₂O-3), 5.6 (1H, s, H-6), 4.0 (3H, s, 8-OCH₃), 3.94 (3H, s, 7-OCH₃), 2.62 (3H, s, N-CH₃); ¹³C-NMR(100 MHz, CDCl₃) δ : 104.6 (C-1), 148.6 (C-2), 148.1 (C-3), 100.7 (C-4), 126.7 (C-4a), 138.7 (C-4b), 48.7 (C-6), 120.8 (C-6a), 146.2 (C-7), 152.4 (C-8), 113.6 (C-9), 119.4 (C-10), 125.1 (C-10a), 123.0 (C-10b), 119.9 (C-11), 125.2 (C-12), 131.4 (C-12a), 101.3 (2-OCH₂O-3), 41.6 (N-CH₃), 118.4 (6-CN), 61.3 (7-OCH₃), 56.1 (8-OCH₃)。以上数据与文献报道基本一致^[4], 故鉴定化合物 **11** 为 6-氰基二氢白屈菜红碱。

化合物 **12**: 白色粉末。ESI-MS m/z : 390.1 [M + H]⁺; 分子式 C₂₃H₁₉NO₅。¹H-NMR(400 MHz, CDCl₃) δ : 7.71 (1H, d, $J = 8.4$ Hz, H-11), 7.53 (1H, s, H-4), 7.48 (1H, d, $J = 8.4$ Hz, H-12), 7.34 (1H, d, $J = 8.4$ Hz, H-10), 7.10 (1H, s, H-1), 6.87 (1H, d, $J = 8.0$ Hz, H-9), 6.05 (2H, s, 2-OCH₂O-3), 6.03 (2H, s, 7-OCH₂O-8), 4.88 (1H, dd, $J = 6, 10.4$ Hz, H-6), 2.65 (3H, s, N-CH₃), 2.32 (2H, d, $J = 14.8$ Hz, H-1'), 2.06 (3H, s, H-3'); ¹³C-NMR(100 MHz, CDCl₃) δ : 104.5 (C-1), 148.4 (C-2), 147.7 (C-3), 100.7 (C-4), 125.8 (C-

4a), 139.3 (C-4b), 54.6 (C-6), 123.6 (C-6a), 144.4 (C-7), 147.3 (C-8), 107.7 (C-9), 116.6 (C-10), 127.7 (C-10a), 116.2 (C-10b), 127.7 (C-10a), 120.1 (C-11), 124.1 (C-12), 131.1 (C-12a), 101.6 (2-OCH₂O-3), 43.1 (N-CH₃), 101.2 (7-OCH₂O-8), 46.7 (C-1'), 207.3 (C-2'), 31.4 (C-3')。以上数据与文献报道基本一致^[9], 故鉴定化合物 **12** 为 6-丙酮基二氢血根碱。

化合物 **13**: 白色粉末。ESI-MS m/z : 334.1 [M + H]⁺; 分子式 C₂₀H₁₅NO₄。¹H-NMR(400 MHz, CDCl₃) δ : 7.70 (1H, d, $J = 8.4$ Hz, H-11), 7.68 (1H, s, H-4), 7.49 (1H, d, $J = 8.4$ Hz, H-12), 7.31 (1H, d, $J = 8.4$ Hz, H-10), 7.11 (1H, s, H-1), 6.86 (1H, d, $J = 8.0$ Hz, H-9), 6.05 (2H, s, 2-OCH₂O-3), 6.03 (2H, s, 7-OCH₂O-8), 4.20 (2H, s, H-6), 2.62 (N-CH₃); ¹³C-NMR(100 MHz, CDCl₃) δ : 104.4 (C-1), 148.2 (C-2), 147.6 (C-3), 100.8 (C-4), 126.6 (C-4a), 142.6 (C-4b), 48.5 (C-6), 113.7 (C-6a), 144.7 (C-7), 147.2 (C-8), 107.3 (C-9), 116.3 (C-10), 127.4 (C-10a), 124.5 (C-10b), 120.4 (C-11), 124.0 (C-12), 130.9 (C-12a), 101.4 (2-OCH₂O-3), 41.7 (N-CH₃), 101.1 (7-OCH₂O-8)。以上数据与文献报道基本一致^[9], 故鉴定化合物 **13** 为二氢血根碱。

化合物 **14**: 白色粉末。ESI-MS m/z : 350.1 [M + H]⁺; 分子式 C₂₁H₁₉NO₄。¹H-NMR(400 MHz, CDCl₃) δ : 7.71 (1H, d, $J = 8.8$ Hz, H-11), 7.67 (1H, s, H-4), 7.51 (1H, d, $J = 8.8$ Hz, H-10), 7.46 (1H, d, $J = 8.8$ Hz, H-12), 7.10 (1H, s, H-1), 6.95 (1H, d, $J = 8.8$ Hz, H-9), 6.04 (2H, s, 2-OCH₂O-3), 3.92 (7-OCH₃), 3.88 (8-OCH₃), 4.29 (2H, s, H-6), 2.59 (N-CH₃); ¹³C-NMR(100 MHz, CDCl₃) δ : 104.4 (C-1), 148.2 (C-2), 147.6 (C-3), 100.8 (C-4), 126.5 (C-4a), 142.8 (C-4b), 48.8 (C-6), 126.4 (C-6a), 146.0 (C-7), 152.2 (C-8), 111.1 (C-9), 118.8 (C-10), 126.5 (C-10a), 124.2 (C-10b), 120.2 (C-11), 123.9 (C-12), 130.9 (C-12a), 100.8 (2-OCH₂O-3), 41.7 (N-CH₃), 61.1 (7-OCH₃), 55.9 (8-OCH₃)。以上数据与文献报道基本一致^[9], 故鉴定化合物 **14** 为二氢白屈菜红碱。

参考文献

- [1] 国家中医药管理局《中华本草》编委会. 中华本草: 第三册[M]. 上海: 上海科技出版社, 1999: 655-657.
- [2] 庞建新, 马仁强, 刘兰梅, 等. 博落回总碱对肝癌细胞的毒性作用和体内抗肿瘤作用[J]. 第一军医大学学报, 2005, 25(3): 325-328.
- [3] 蔡鹏, 孙志良, 曾建国, 等. 不同剂量博落回提取物对断奶仔猪生长性能的影响[J]. 中国畜牧兽医, 2010, 30(5): 41-43.
- [4] 卿志星, 杨鹏, 曾建国, 等. 博落回果荚中生物碱的研究[J]. 中药材, 2016, 39(2): 312-314.
- [5] 康伟松, 曾建国. 博落回微量生物碱的分离纯化与结构鉴定[D]. 长沙: 湖南中医药大学, 2014.
- [6] Qing Z X, Cheng P, Zeng J G, et al. Systematic identification of alkaloids in *Macleaya micro-carpa* fruits by liquid chromatography tandem mass spectrometry combined with the isoquino-line alkaloids biosynthetic pathway[J]. J Pharm Biomed Anal, 2015, 103: 26-34.
- [7] Qing Z X, Cheng P, Zeng J G, et al. Structural speculation and identification of alkaloids in *Ma-cleaya cordata* fruits by high-performance liquid chromatography/ quadrupole-time-of-flight mass spectrometry combined with a screening procedure[J]. Rapid Commun Mass Spectrom, 2014, 28(9): 1033-1044.
- [8] 彭懿, 左资, 曾建国. 基于 HPLC-Q-TOF/MS 技术鉴定博落回叶中化学成分[J]. 中南药学, 2016, 14(5): 465-470.
- [9] 邹惠亮, 周光雄. 博落回化学成分研究[D]. 广州: 暨南大学, 2015.
- [10] 廉莲, 咸晓燕, 楚冬梅, 等. 川黄柏的化学成分研究[J]. 中国实验方剂学杂志, 2013, 19(19): 149-152.
- [11] 张晓丽, 吴立军. 延胡索的化学成分研究[D]. 沈阳: 沈阳药科大学, 2008.
- [12] 何志超, 王冬梅, 伍俊妍, 等. 岩黄连生物碱类成分及其抗氧化活性研究[J]. 中草药, 2014, 45(11): 1526-1531.

(收稿日期 2017-02-20)

(上接第 1358 页)

素: 国家地理等标志认定; 单味药材在全国市场的占有率优势; 历史人文基础或公认的品质优异; 湖南在该资源的现代科学研究与技术开发成果显著。通过聚焦特色品种培育, 期待规模化品质化种植特色药材, 夯实与湖南省中药资源自然禀赋相对应的中药材产业重要位置。

参考文献

- [1] 黄璐琦, 陆建伟, 郭兰萍, 等. 第四次全国中药资源普查试点外业调查情况简报[J]. 中国现代中药, 2013, 15(7): 535-537.
- [2] 湖南省人民政府办公厅. 湖南省人民政府办公厅关于加快中药材产业发展的意见[EB/OL]. (2014-09-12) [2015-01-01]. http://www.hunan.gov.cn/zw/zfgb/48952/2014nd1q53117/53122/201411/t20141106_1385258.html.
- [3] 国务院办公厅. 国务院办公厅关于转发工业和信息化部等部门中药材保护和发展规划(2015—2020年)的通知[EB/OL]. (2015-04-14) [2015-04-27]. http://www.gov.cn/zhengce/content/201504/27/Content_9662.htm.
- [4] 湖南省经济和信息化委员会, 湖南省中医药管理局, 湖南省发改委, 等. 湖南省中药材保护和发展规划(2016—2025年)[EB/OL]. (2016-06-02) [2016-06-02]. http://www.hnjxw.gov.cn/xxgk_71033/ghjh/201606/t20160616_3072027.html.
- [5] 湖南省人民政府. 湖南省人民政府办公厅关于转发省经信委等部门《湖南省中药材保护和发展规划(2016—2025年)》的通知[EB/OL]. (2016-06-07) [2016-06-07]. http://www.hunan.gov.cn/2015xxgk/fz/zfwj/szfbgtwj/201606/t20160612_3069966.html.
- [6] 中华人民共和国主席令. 中华人民共和国中医药法[EB/OL]. (2016-12-25) [2017-07-01]. http://www.npc.gov.cn/npc/xinwen/2016-12/25/content_2004972.htm.
- [7] 中共中央, 国务院. “健康中国 2030”规划纲要[EB/OL]. (2016-10-25) [2016-10-25]. http://www.gov.cn/xinwen/2016-10/25/content_5124174.htm.
- [8] 湖南省人民政府办公厅. 湖南省中医药发展“五名”工程实施方案(2016—2020年)[EB/OL]. (2016-10-28) [2016-10-28]. http://www.hunan.gov.cn/2015xxgk/fz/zfwj/szfbgtwj/201610/t20161031_3403138.html.
- [9] 湖南省人民政府办公厅. 湖南省人民政府办公厅关于促进医药产业健康发展的实施意见[EB/OL]. (2017-07-04) [2017-07-04]. http://www.hunan.gov.cn/2015xxgk/fz/zfwj/szfbgtwj/201707/t20170706_4296869.html.

(收稿日期 2017-03-15)