

艾纳香中的黄酮类化学成分

严启新,谭道鹏*,康晖,冯汉林,曾伟珍
(深圳市海王生物工程股份有限公司,广东 深圳 518057)

[摘要] 目的:研究艾纳香 *Blumea balsamifera* 中的黄酮类化学成分。方法:运用硅胶、Sephadex LH-20 柱色谱对艾纳香中的化学成分进行分离,通过理化常数和波谱数据分析鉴定化合物。结果:从艾纳香中分离并鉴定了 12 个化合物,分别为 3, 3', 5, 5', 7-五羟基二氢黄酮(1), 3, 3', 4', 5-四羟基-7-甲氧基二氢黄酮(2), 金圣草素(3), 3', 4', 5-三羟基-3, 7-二甲氧基黄酮(4), 香叶木素(5), 3, 3', 4', 5-四羟基-7-甲氧基黄酮(6), 3, 5-二羟基-3', 4', 7-三甲氧基黄酮(7), chrysosplenol C (8), 3, 3', 5-三羟基-4', 7-二甲氧基二氢黄酮(9), 艾纳香素(10), 3, 3', 5, 7-四羟基-4'-甲氧基二氢黄酮(11), 3', 5, 5', 7-四羟基二氢黄酮(12)。结论:化合物 1, 3~5, 8 为首次从该属植物中分离得到;化合物 6, 7 为首次从该植物中分离得到。

[关键词] 艾纳香; 化学成分; 黄酮

[中图分类号] R284.1 [文献标识码] A [文章编号] 1005-9903(2012)05-0086-04

Study on Flavonoids Constituents of *Blumea balsamifera*

YAN Qi-xin, TAN Dao-peng*, KANG Hui, FENG Han-lin, ZENG Wei-zhen
(Shenzhen Neptunus Pharmaceutical Company Limited, Shenzhen 518057, China)

[Abstract] **Objective:** To study the flavonoids constituents of the aerial parts of *Blumea balsamifera*. **Method:** The compounds were isolated and purified by silica gel, Sephadex LH-20, medium pressure column chromatography, and their structures were elucidated by spectral methods and chemical analysis. **Result:** Twelve compounds were isolated and their structures were identified as 3, 3', 5, 5', 7-pentahydroxyflavanone (1), 3, 3', 4', 5-tetrahydroxy-7-methoxyflavanone (2), chrysoeriol (3), 3', 4', 5-trihydroxy-3, 7-dimethoxyflavone (4), diosmetin (5), 3, 3', 4', 5-tetrahydroxy-7-methoxyflavone (6), 3, 5-dihydroxy-3', 4', 7-trimethoxyflavone (7), chrysosplenol C (8), 3, 3', 5-trihydroxy-4', 7-dimethoxyflavanone (9), blumeatin (10), 3, 3', 5, 7-tetrahydroxy-4'-methoxyflavanone (11), 3', 5, 5', 7-tetrahydroxyflavanone (12). **Conclusion:** Among them, compounds 1, 3-5 and 8 were isolated from the genus *Blumea* for the first time, and compounds 6, 7 were isolated from *B. balsamifera* for the first time.

[Key words] *Blumea balsamifera*; chemical constituent; flavonoids

艾纳香又名大风艾,为菊科多年生草本植物,广泛产于广西、贵州、云南等省,具有温中活血、调经、祛风除湿之功能,用于治疗泻痢、月经不调、高血压等症^[1]。艾纳香茎叶含挥发油,用作提取天然冰片的原料,还含有其他多种活性成分,如黄酮、倍半萜等^[2]。目前,由深圳海王药业有限公司开发的艾纳香总黄酮有效部位已获得 5 类新药批件,并已顺利进入二期临床。为了更深入地研究艾纳香提取物治疗缺血性心脏病的物质基础,作者对艾纳香提取物中黄酮类成分进一步研究。

1 材料

Bruker AM 400 型核磁共振仪(TMS 为内标物),Finnigan - LCQDECA 型质谱仪,Buchi Melting Point B-540 显微熔点测定仪(未校正),柱色谱用硅胶(200~300,300~400 目,薄层色谱硅胶)为青岛海洋化工厂产品,Sephadex LH-20 为 Pharmacia 公司产品,其余试剂均为分析纯。

艾纳香药材于 2009 年 6 月购自贵州艾纳香科技开发有限公司,经作者鉴定为艾纳香 *Blumea balsamifera* DC.,标本(ANX-090601)保存于深圳海

[收稿日期] 20110921(003)
[通讯作者] *谭道鹏, Tel: 0755-26013492, E-mail: yanqx@neptunus.com

王集团股份有限公司技术中心标本室。

2 提取与分离

取艾纳香药材 5 kg,切成小段,以 10 倍 70% 乙醇溶液,加热回流提取 2 次,每次 2 h,合并提取液,减压浓缩至无醇味,离心除去沉淀,取上清液上样于 D-101 大孔树脂柱,先后以水 15 L,80% 乙醇溶液 15 L 洗脱,收集 80% 乙醇洗脱液,减压浓缩,得艾纳香提取物 200 g。

取艾纳香提取物 100 g,甲醇溶解后硅胶拌样,经硅胶柱色谱分离,以二氯甲烷-甲醇(100:0~0:100)梯度洗脱,经薄层色谱检测,共收集 50 个流分。Fr. 1~3 经硅胶柱色谱石油醚-乙酸乙酯(10:1)洗脱,再经 Sephadex LH-20(二氯甲烷-甲醇)纯化,得化合物 **1** (50 mg),**2** (35 mg);Fr. 5~10 经硅胶柱色谱石油醚-乙酸乙酯(2:1)洗脱,再经 Sephadex LH-20(二氯甲烷-甲醇)纯化,得化合物 **3** (25 mg),**10** (20 mg),**11** (14 g);Fr. 15~26 经硅胶柱色谱石油醚-乙酸乙酯(1:1)洗脱,再经 Sephadex LH-20(甲醇)纯化,得化合物 **4** (25 mg),化合物 **4** (25 mg)**7** (20 mg),**8** (30 mg),**12** (35 mg);Fr. 40~50 经硅胶柱色谱乙酸乙酯-甲醇-水(8:2:0.5)洗脱,再经 Sephadex LH-20 甲醇-水(80:20)纯化,得化合物 **5** (60 mg),**6** (80 mg),**9** (12 mg)。

3 结构鉴定

化合物 **1** 黄色粉末(甲醇),mp 219~220 °C。ESI-MS m/z : 303 [M-H]⁻,¹H-NMR (400 MHz, DMSO-*d*₆) δ: 11.88(1H, s, 5-OH), 10.77(1H, s, 7-OH), 8.97(1H, s, 5'-OH), 8.92(1H, s, 3'-OH), 6.87(1H, s, H-4'), 6.74(2H, s, H-2', 6'), 5.90(1H, d, $J=2.0$ Hz, H-8), 5.86(1H, d, $J=2.0$ Hz, H-6), 5.72(1H, d, $J=6.0$ Hz, 3-OH), 4.99(1H, d, $J=11.2$ Hz, H-2), 4.49(1H, dd, $J=11.2, 6.0$ Hz, H-3);¹³C-NMR (100 MHz, DMSO-*d*₆) δ: 82.9(C-2), 71.5(C-3), 197.6(C-4), 163.2(C-5), 95.9(C-6), 166.7(C-7), 94.9(C-8), 162.5(C-9), 100.4(C-10), 127.9(C-1'), 115.3(C-2'), 145.7(C-3'), 119.3(C-4'), 144.8(C-5'), 115.0(C-6')。以上数据与文献[3]对照基本一致,鉴定该化合物为 3,3',5,5',7-五羟基二氢黄酮。

化合物 **2** 白色粉末(甲醇),mp 263~265 °C。ESI-MS m/z : 317 [M-H]⁻,¹H-NMR (400 MHz, DMSO-*d*₆) δ: 11.85(1H, s, 5-OH), 9.00(1H, s, 4'-OH), 8.94(1H, s, 3'-OH), 6.88(1H, d, $J=$

1.7 Hz, H-2'), 6.77(1H, dd, $J=8.0, 1.7$ Hz, H-6'), 6.74(1H, d, $J=8.0$ Hz, H-5'), 6.10(1H, d, $J=2.2$ Hz, H-8), 6.08(1H, d, $J=2.2$ Hz, H-6), 5.79(1H, d, $J=6.4$ Hz, 3-OH), 5.04(1H, d, $J=11.2$ Hz, H-2), 4.55(1H, dd, $J=11.2, 6.4$ Hz, H-3), 3.78(3H, s, 7-OCH₃);¹³C-NMR (100 MHz, DMSO-*d*₆) δ: 83.1(C-2), 71.6(C-3), 198.3(C-4), 162.9(C-5), 94.7(C-6), 165.3(C-7), 93.7(C-8), 162.4(C-9), 101.3(C-10), 127.8(C-1'), 115.0(C-2'), 144.8(C-3'), 145.7(C-4'), 115.3(C-5'), 119.3(C-6'), 55.8(7-OCH₃)。以上数据与文献[4]对照基本一致,鉴定该化合物为 3,3',4',5-四羟基-7-甲氧基二氢黄酮。

化合物 **3** 黄色粉末(甲醇),mp 326~328 °C。ESI-MS m/z : 299 [M-H]⁻,¹H-NMR (400 MHz, DMSO-*d*₆) δ: 12.96(1H, s, 5-OH), 10.80(1H, s, 7-OH), 9.94(1H, s, 4'-OH), 7.57(1H, dd, $J=8.8, 2.2$ Hz, H-6'), 7.54(1H, d, $J=2.2$ Hz, H-2'), 6.93(1H, d, $J=8.8$ Hz, H-5'), 6.89(1H, s, H-3), 6.51(1H, d, $J=2.0$ Hz, H-8), 6.19(1H, d, $J=2.0$ Hz, H-6), 3.89(3H, s, 3'-OCH₃);¹³C-NMR (100 MHz, DMSO-*d*₆) δ: 163.6(C-2), 103.2(C-3), 181.7(C-4), 157.3(C-5), 98.7(C-6), 164.0(C-7), 93.9(C-8), 161.4(C-9), 103.6(C-10), 120.3(C-1'), 110.2(C-2'), 157.2(C-3'), 147.9(C-4'), 115.7(C-5'), 121.4(C-6'), 55.9(3'-OCH₃)。以上数据与文献[5]对照基本一致,鉴定该化合物为金圣草素。

化合物 **4** 黄色粉末(甲醇),mp 233~235 °C。ESI-MS m/z : 329 [M-H]⁻,¹H-NMR (400 MHz, DMSO-*d*₆) δ: 12.69(1H, s, 5-OH), 9.78(1H, s, 4'-OH), 9.36(1H, s, 3'-OH), 7.59(1H, d, $J=2.2$ Hz, H-2'), 7.49(1H, dd, $J=8.5, 2.2$ Hz, H-6'), 6.92(1H, d, $J=8.5$ Hz, H-5'), 6.71(1H, d, $J=2.1$ Hz, H-8), 6.37(1H, d, $J=2.1$ Hz, H-6), 3.86(3H, s, 7-OCH₃), 3.80(3H, s, 3-OCH₃);¹³C-NMR (100 MHz, DMSO-*d*₆) δ: 156.2(C-2), 137.5(C-3), 178.0(C-4), 160.9(C-5), 97.7(C-6), 165.1(C-7), 92.2(C-8), 156.0(C-9), 105.1(C-10), 120.6(C-1'), 115.7(C-2'), 145.2(C-3'), 148.8(C-4'), 115.5(C-5'), 120.5(C-6'), 59.6(7-OCH₃), 56.0(3-OCH₃)。以上数据与文献[6]对照基本一致,鉴定该化合物为 3',4',5-三羟基-3,7-二甲氧基黄酮。

化合物**5** 黄色粉末(甲醇), mp 204 ~ 206 °C。ESI-MS m/z : 299 [M-H]⁻, ¹H-NMR (400 MHz, DMSO-*d*₆) δ: 12.92(1H, s, 5-OH), 10.82(1H, s, 7-OH), 9.43(1H, s, 3'-OH), 7.55(1H, dd, J = 8.6, 2.2 Hz, H-6'), 7.42(1H, d, J = 2.2 Hz, H-2'), 7.09(1H, d, J = 8.6 Hz, H-5'), 6.74(1H, s, H-3), 6.46(1H, d, J = 2.1 Hz, H-8), 6.20(1H, d, J = 2.1 Hz, H-6), 3.86(3H, s, 4'-OCH₃); ¹³C-NMR (100 MHz, DMSO-*d*₆) δ: 163.5(C-2), 103.7(C-3), 181.6(C-4), 157.2(C-5), 98.8(C-6), 164.1(C-7), 93.8(C-8), 161.4(C-9), 103.4(C-10), 118.6(C-1'), 112.9(C-2'), 146.7(C-3'), 151.1(C-4'), 112.1(C-5'), 122.9(C-6'), 55.7(4'-OCH₃)。以上数据与文献[7]对照基本一致, 鉴定该化合物为香叶木素。

化合物**6** 黄色粉末(甲醇), mp 278 ~ 280 °C, ESI-MS m/z : 315 [M-H]⁻, ¹H-NMR (400 MHz, DMSO-*d*₆) δ: 12.48(1H, s, 5-OH), 9.59(1H, s, 4'-OH), 9.44(1H, s, 3-OH), 9.26(1H, s, 3'-OH), 7.72(1H, d, J = 2.2 Hz, H-2'), 7.58(1H, dd, J = 8.5, 2.2 Hz, H-6'), 6.90(1H, d, J = 8.5 Hz, H-5'), 6.70(1H, d, J = 2.1 Hz, H-8), 6.35(1H, d, J = 2.1 Hz, H-6), 3.86(3H, s, 7-OCH₃); ¹³C-NMR (100 MHz, DMSO-*d*₆) δ: 147.2(C-2), 135.9(C-3), 175.9(C-4), 160.0(C-5), 97.3(C-6), 164.8(C-7), 91.8(C-8), 160.3(C-9), 103.9(C-10), 121.8(C-1'), 115.5(C-2'), 145.0(C-3'), 147.7(C-4'), 115.2(C-5'), 119.9(C-6'), 55.9(7-OCH₃)。以上数据与文献[8]对照基本一致, 鉴定该化合物为3, 3', 4', 5-四羟基-7-甲氧基黄酮。

化合物**7** 黄色粉末(甲醇), mp 190 ~ 192 °C。ESI-MS m/z : 343 [M-H]⁻, ¹H-NMR (400 MHz, DMSO-*d*₆) δ: 12.66(1H, s, 5-OH), 9.91(1H, s, 3-OH), 7.67(1H, d, J = 2.0 Hz, H-2'), 7.63(1H, dd, J = 8.4, 2.0 Hz, H-6'), 6.97(1H, d, J = 8.4 Hz, H-5'), 6.78(1H, d, J = 2.2 Hz, H-8), 6.37(1H, d, J = 2.2 Hz, H-6), 3.87(6H, s, OCH₃), 3.82(3H, s, OCH₃); ¹³C-NMR (100 MHz, DMSO-*d*₆) δ: 147.4(C-2), 137.9(C-3), 178.0(C-4), 156.2(C-5), 97.7(C-6), 165.1(C-7), 92.4(C-8), 160.8(C-9), 105.1(C-10), 122.3(C-1'), 115.6(C-2'), 147.5(C-3'), 149.9(C-4'), 112.1(C-5'), 120.7(C-6'), 59.7(OCH₃), 56.0

(OCH₃), 55.8(OCH₃)。以上数据与文献[9]对照基本一致, 鉴定该化合物为3, 5-二羟基-3', 4', 7-三甲氧基黄酮。

化合物**8** 黄色粉末(甲醇), mp 218 ~ 220 °C。ESI-MS m/z : 359 [M-H]⁻, ¹H-NMR (400 MHz, DMSO-*d*₆) δ: 12.34(1H, s, 5-OH), 9.87(1H, s, 4'-OH), 8.69(1H, s, 6-OH), 7.67(1H, d, J = 2.1 Hz, H-2'), 7.63(1H, dd, J = 8.5, 2.1 Hz, H-6'), 6.97(1H, d, J = 8.5 Hz, H-5'), 6.90(1H, s, H-8), 3.92(3H, s, 3'-OCH₃), 3.87(3H, s, 7-OCH₃), 3.82(3H, s, 3-OCH₃); ¹³C-NMR (100 MHz, DMSO-*d*₆) δ: 155.5(C-2), 137.6(C-3), 178.0(C-4), 145.6(C-5), 129.6(C-6), 154.5(C-7), 90.9(C-8), 148.8(C-9), 105.5(C-10), 120.9(C-1'), 112.1(C-2'), 147.4(C-3'), 149.7(C-4'), 115.6(C-5'), 122.2(C-6'), 59.6(3-OCH₃), 56.3(7-OCH₃), 55.8(3'-OCH₃)。以上数据与文献[10]对照基本一致, 鉴定该化合物为chrysosplenol C。

化合物**9** 白色粉末(甲醇), mp 168 ~ 170 °C。ESI-MS m/z : 331 [M-H]⁻, ¹H-NMR (400 MHz, DMSO-*d*₆) δ: 11.85(1H, s, 5-OH), 9.02(1H, s, 3'-OH), 6.94(1H, d, J = 1.8 Hz, H-2'), 6.92(1H, dd, J = 8.3, 1.8 Hz, H-6'), 6.88(1H, d, J = 8.3 Hz, H-5'), 6.11(1H, d, J = 2.2 Hz, H-8), 6.09(1H, d, J = 2.2 Hz, H-6), 5.82(1H, d, J = 5.6 Hz, 3-OH), 5.09(1H, d, J = 11.6 Hz, H-2), 4.57(1H, dd, J = 11.1, 6.6 Hz, H-3), 3.79(3H, s, 7-OH), 3.78(3H, s, 4'-OH); ¹³C-NMR (100 MHz, DMSO-*d*₆) δ: 82.9(C-2), 71.6(C-3), 198.1(C-4), 162.9(C-5), 94.8(C-6), 167.5(C-7), 93.7(C-8), 162.3(C-9), 101.3(C-10), 129.5(C-1'), 111.8(C-2'), 146.2(C-3'), 147.9(C-4'), 115.1(C-5'), 119.1(C-6'), 55.8(7-OCH₃), 55.6(4'-OCH₃)。以上数据与文献[4]对照基本一致, 鉴定该化合物为3, 3', 5-三羟基-4', 7-二甲氧基二氢黄酮。

化合物**10** 白色粉末(甲醇), mp 218 ~ 220 °C, ESI-MS m/z : 301 [M-H]⁻, ¹H-NMR (400 MHz, DMSO-*d*₆) δ: 12.10(1H, s, 5-OH), 9.04(1H, s, 3' or 5'-OH), 8.98(1H, s, 5' or 3'-OH), 6.88(1H, s, H-4'), 6.75(2H, s, H-2', 6'), 6.09(1H, d, J = 2.4 Hz, H-8), 6.07(1H, d, J = 2.4 Hz, H-6), 5.43(1H, dd, J = 12.4, 3.0 Hz, H-2),

3.78(3H, s, 7-OCH₃), 3.22(1H, dd, $J = 15.6$, 12.4 Hz, H-3 β), 2.68(1H, dd, $J = 15.6$, 3.0 Hz, H-3 α); ¹³C-NMR (100 MHz, DMSO-*d*₆) δ : 78.5(C-2), 42.1(C-3), 196.8(C-4), 163.1(C-5), 94.5(C-6), 167.3(C-7), 93.7(C-8), 162.7(C-9), 102.6(C-10), 129.2(C-1'), 114.3(C-2'), 145.7(C-3' or C-5'), 117.8(C-4'), 145.1(C-5' or C-3'), 115.3(C-6'), 55.8(7-OCH₃)。以上数据与文献[11]对照基本一致,鉴定该化合物为艾纳香素。

化合物 **11** 白色粉末(甲醇), mp 175 ~ 177 °C, ESI-MS m/z : 317[M-H]⁻, ¹H-NMR (400 MHz, DMSO-*d*₆) δ : 11.89(1H, s, 5-OH), 10.80(1H, s, 7-OH), 9.01(1H, s, 3'-OH), 6.93(1H, d, $J = 2.0$ Hz, H-2'), 6.92(1H, d, $J = 8.3$ Hz, H-5'), 6.88(1H, dd, $J = 8.3$, 2.0 Hz, H-6'), 5.91(1H, d, $J = 2.0$ Hz, H-8), 5.87(1H, d, $J = 2.0$ Hz, H-6), 5.76(1H, d, $J = 5.4$ Hz, 3-OH), 5.04(1H, d, $J = 11.1$ Hz, H-2), 4.52(1H, dd, $J = 11.1$, 4.0 Hz, H-3), 3.78(3H, s, 4'-OCH₃); ¹³C-NMR (100 MHz, DMSO-*d*₆) δ : 82.8(C-2), 71.5(C-3), 197.5(C-4), 166.7(C-5), 94.9(C-6), 162.4(C-7), 96.0(C-8), 163.3(C-9), 100.4(C-10), 129.7(C-1'), 119.1(C-2'), 146.2(C-3'), 147.9(C-4'), 111.8(C-5'), 115.1(C-6'), 55.7(4'-OCH₃)。以上数据与文献[4]对照基本一致,鉴定该化合物为 3,3',5,7-四羟基-4'-甲氧基二氢黄酮。

化合物 **12** 白色粉末(甲醇), mp 264 ~ 266 °C, ESI-MS m/z : 287[M-H]⁻, ¹H-NMR (400 MHz, DMSO-*d*₆) δ : 12.13(1H, s, 5-OH), 10.74(1H, s, 7-OH), 9.02(1H, s, 4'-OH), 8.97(1H, s, 3'-OH), 6.87(1H, s, H-4'), 6.74(2H, s, H-2', 6'), 5.88(1H, d, $J = 2.2$ Hz, H-8), 5.87(1H, d, $J = 2.2$ Hz, H-6), 5.38(1H, dd, $J = 12.4$, 3 Hz, H-2), 3.16(1H, dd, $J = 16.8$, 12.4 Hz, H-3 β), 2.68(1H, dd, $J = 16.8$, 3 Hz, H-3 α); ¹³C-NMR (100 MHz, DMSO-*d*₆) δ : 78.3(C-2), 42.0(C-3), 196.2(C-4), 163.4(C-5), 95.7(C-6), 166.5(C-7), 94.9(C-8), 162.8(C-9), 101.7(C-10), 129.4(C-1'), 114.2(C-2'), 145.1(C-3'), 115.3(C-4'), 145.6(C-5'), 117.8(C-6')。以上数据与文献[12]对照基本一致,鉴定该化合物为 3',5,5',7-

四羟基二氢黄酮。

4 结论

从植物艾纳香主中分离得到 12 个黄酮类化合物,其中化合物 **3~8** 为黄酮类成分,其余化合物为二氢黄酮类成分。其中,化合物 **1,3~5,8** 为首次从该属植物中分离得到;化合物 **6,7** 为首次从该植物中分离得到。

[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, 1995.
- [2] Chen M, Jin H Z, Zhang W D, et al. Chemical constituents of plants from the genus *Blumea* [J]. Chem & Biodivers, 2009, 6:809.
- [3] 丁林生, 梁侨丽, 腾燕芬. 枳椇子黄酮类成分研究 [J]. 药学报, 1997, 32(8): 600.
- [4] 赵金华, 康辉, 姚光辉, 等. 艾纳香化学成分研究 [J]. 中草药, 2007, 38(3): 350.
- [5] 邓双炳, 菅晓勇, 任启生, 等. 旋复花化学成分研究 [J]. 中国现代应用药学, 2011, 28(4): 330.
- [6] Mohamed B, Stephane L, Aziz A, et al. Hemisynthesis of all the *O*-monomethylated analogues of quercetin including the major metabolites, through selective protection of phenolic functions [J]. Tetrahedron, 2002, 58: 10001.
- [7] 韩景兰, 张凤岭, 李志宏, 等. 半边莲化学成分的研究 [J]. 中国中药杂志, 2009, 34(17): 2200.
- [8] 曹家庆, 党权, 付红伟, 等. 滇桂艾纳香化学成分的分离与鉴定 [J]. 沈阳药科大学学报, 2007, 24(10): 615.
- [9] 曹家庆, 孙淑伟, 陈欢, 等. 滇桂艾纳香黄酮类化学成分的研究 [J]. 中国中药杂志, 2008, 33(7): 782.
- [10] Semple S J, Nobbs S F, Pyke S M, et al. Antiviral flavonoid from *Pterocaulon sphacelatum*, an Australian aboriginal medicine [J]. J Ethnopharmacol, 1999, 68: 283.
- [11] 朱廷春, 文永新, 王恒山, 等. 艾纳香的化学成分研究 [J]. 广西植物, 2008, 28(1): 139.
- [12] 陈铭, 金慧子, 严岚, 等. 艾纳香黄酮类化学成分的研究 [J]. 天然产物研究与开发, 2010, 22(6): 991.

[责任编辑 邹晓翠]