洋金花根中苯丙素类化学成分研究

杨炳友，杨春丽，刘 艳，匡海学*

黑龙江中医药大学 北药基础与应用研究教育部重点实验室，黑龙江 哈尔滨 150040

摘 要：目的 研究洋金花 *Daturae Flos* 根中苯丙素类化学成分。**方法** 采用硅胶、ODS 及 HPLC 等色谱方法分离化合物，利用 NMR、MS 波谱学方法鉴定其结构。**结果** 从洋金花根 70%乙醇回流提取物的正丁醇部位分离得到 19 个化合物，分别鉴定为淫羊藿苷 E5（**1**）、alangisesquin A（**2**）、glycopentoside F（**3**）、conicaoside（**4**）、(7*S*,8*R*)-dehydrodiconiferyl alcohol 9′-*O*-β-glucopyranoside（**5**）、落叶松脂醇-4′-*O*-β-*D*-葡萄糖苷（**6**）、7*R*,8*R*-*threo*-4,7,9-trihydr-oxy-3,3′-dimethoxy-8-*O*-4′-neolignan-9′-*O*-β-*D*-glucopyranoside（**7**）、vitrifol A（**8**）、leptolepisol D（**9**）、苏式-2,3-二-(4-羟基-3-甲氧基苯)-3-甲氧基丙醇（**10**）、hyuganoside IIIb（**11**）、officinalioside（**12**）、落叶松脂醇-9-*O*-β-*D*-葡萄糖苷（**13**）、stroside A（**14**）、*erythro*-buddlenol B（**15**）、sargentodoside D（**16**）、(+)-(7*S*,8*S*)-4-hydroxy-3,3′,5′-trimethoxy-8′,9′-dinor-8,4′-oxy-neolignan-7,9-diol-7′-oic acid（**17**）、5′-甲氧基落叶松脂醇（**18**）、dehydrodiconiferyl alcohol 4-*O*-β-*D*-glucopyranoside（**19**）。**结论** 化合物 **2**～**19** 为首次从茄科植物中分离得到，化合物 **1** 为首次从曼陀罗属植物中分离得到。

关键词：洋金花；白花曼陀罗；茄科；苯丙素类；淫羊藿苷 E5；alangisesquin A；落叶松脂醇-4′-*O*-β-*D*-葡萄糖苷；leptolepisol D；stroside A

中图分类号：R284.1 **文献标志码：**A **文章编号：**0253 - 2670(2017)14 - 2820 - 07

DOI: 10.7501/j.issn.0253-2670.2017.14.003

Phenylpropanoids from roots of *Daturae Flos*

YANG Bing-you, YANG Chun-li, LIU Yan, KUANG Hai-xue

Key Laboratory of Chinese Materia Medica Ministry of Education, Heilongjiang University of Chinese Medicine, Harbin 150040, China

Abstract: Objective To study the phenylpropanoids from the roots of *Datura metel*. **Methods** The separations and purifications were taken by silica gel and ODS chromatogram columns as well as preparative HPLC, and the structural identification based on physicochemical property, ^{1}H-NMR and ^{13}C-NMR as well as HR-MS data. **Results** Nineteen compounds obtained from the butanol fraction of the 70% ethanol extract of *D. metel* roots, which were identified as icariside E5 (**1**), alangisesquin A (**2**), Glycopentoside F (**3**), conicaoside (**4**), (7*S*,8*R*) dehydrodiconiferyl alcohol 9′-*O*-β-glucopyranoside (**5**), iariciresinol-4′-*O*-β-*D*-glucopyranoside (**6**), 7*R*,8*R*-threo-4,7,9-trihy-droxy-3,3′-dimethoxy-8-*O*-4′-neolignan-9′-*O*-β-*D*-glucopyranoside (**7**), vitrifol A (**8**), leptolepisol D (**9**), *thero*-2,3-bis-(4-hydroxy-3-methoxypheyl)-3-methoxy-propanol (**10**), hyuganoside IIIb (**11**), officinalioside (**12**), iariciresinol-9-*O*-β-*D*-glucopyranoside (**13**), stroside A (**14**), *erythro*-buddlenol B (**15**), sargentodoside D (**16**), (+)-(7*S*,8*S*)-4-hydroxy-3,3′,5′-trimethoxy-8′,9′-dinor-8,4′-oxyneolignan-7,9-diol-7′-oic acid (**17**), 5′-methoxy lariciresinol (**18**), and dehydrodiconiferyl alcohol 4-*O*-β-*D*-glucopyranoside (**19**). **Conclusion** Compounds **2**—**19** are isolated from Solanaceae family for the first time and compound **1** is firstly isolated from genus *Datura* L.

Key words: *Daturae Flos*; *Datura metel* L.; Solanaceae; phenylpropanoids; icariside E5; alangisesquin A; iariciresinol-4′-*O*-β-*D*-glucopyranoside; leptolepisol D; stroside A

洋金花为茄科（Solanaceae）曼陀罗属 *Datura* L. 植物白花曼陀罗 *Datura metel* L. 的干燥花，又名风茄花、闹羊花。《中国药典》2015 年版记载其味辛，性温，有毒，具有平喘止咳、解痉定痛的功效，用

收稿日期：2017-03-02

基金项目：黑龙江省普通高等学校长江学者后备支持计划项目（2013CJHB006）

作者简介：杨炳友（1970—），男，博士生导师，教授，研究方向为中药及复方药效物质基础研究。Tel: (0451)87267038 E-mail: ybywater@163.com

*通信作者 匡海学（1955—），男，博士生导师，教授，研究方向为中药及复方药效物质基础研究。Tel: (0451)82193001 E-mail: hxkuang@hotmail.com

于哮喘咳嗽、脘腹冷痛、风湿痹痛、小儿慢惊以及外科麻醉[1]。本课题组对其花、叶、种子等部位进行了系统的化学成分研究[2-9]，并已报道其具有不同的生物活性，如抗肿瘤、抗炎等[10-12]，其中洋金花活性较强，其开发成的洋金花胶囊在治疗银屑病的临床应用中取得了显著的治疗效果[13]。但关于洋金花根各方面的研究报道却很罕见，化学成分方面甚少。为了合理开发该药用资源，明确其药效物质基础，本实验对洋金花根乙醇提取物正丁醇部位的化学成分进行了较系统的研究，得到 19 个苯丙素类化合物，分别鉴定为淫羊藿苷 E5（icariside E5，**1**）、alangisesquin A（**2**）、glycopentoside F（**3**）、conicaoside（**4**）、(7*S*,8*R*)-dehydrodiconiferyl alcohol 9′-*O*-β-glucopyranoside（**5**）、落叶松脂醇-4′-*O*-β-*D*-葡萄糖苷（iariciresinol-4′-*O*-β-*D*-glucopyranoside，**6**）、7*R*,8*R*-*threo*-4,7,9-trihydroxy-3,3′-dimethoxy-8-*O*-4′-neolignan-9′-*O*-β-*D*-glucopyranoside（**7**）、vitrifol A（**8**）、leptolepisol D（**9**）、苏式-2,3-二-(4-羟基-3-甲氧基苯)-3-甲氧基丙醇 [*thero*-2,3-bis-(4-hydroxy-3-methoxypheyl)-3-methoxy-propanol，**10**]、hyuganoside IIIb（**11**）、officinalioside（**12**）、落叶松脂醇-9-*O*-β-*D*-葡萄糖苷（iariciresinol-9-*O*-β-*D*-glucopyranoside，**13**）、stroside A（**14**）、*erythro*-buddlenol B（**15**）、sargentodoside D（**16**）、(+)-(7*S*,8*S*)-4-hydroxy-3,3′,5′-trimethoxy-8′,9′-dinor-8,4′-oxyneo-lignan-7,9-diol-7′-oic acid（**17**）、5′-甲氧基落叶松脂醇（5′-methoxy lariciresinol，**18**）、dehydrodiconiferyl alcohol 4-*O*-β-*D*-glucopyranoside（**19**）。化合物 **2**～**19** 为首次从茄科植物中分离得到，化合物 **1** 为首次从曼陀罗属植物中分离得到。

1 仪器与材料

2424-2998 型分析 HPLC（美国 Waters 公司）；515-2414 型制备 HPLC（美国 Waters 公司）；Sunfire C_{18} 色谱柱（250 mm×4.6 mm，5 μm，美国 Waters 公司）；Atlantis® prep T3（250 mm×19 mm，10 μm，美国 Waters 公司）；Bruker-400 超导核磁共振光谱仪（德国 Bruker 公司）；Q-Tof-MS（ESI）高分辨质谱（美国 Waters 公司）；硅胶柱色谱（200～300、80～100 目，青岛海洋化工厂）；TLC 用 Silica gel 60 F_{254}（中国青岛海洋化工厂）；其他试剂均为分析纯。

原植物采收于黑龙江中医药大学药用植物园，经黑龙江中医药大学药学院药用植物教研室樊锐锋副教授鉴定为白花曼陀罗 *Datura metel* L. 的根。标本（20150927）保存于黑龙江中医药大学中药化学实验室。

2 提取与分离

干燥粉碎的洋金花根 50 kg，用 1.5 倍量 70%乙醇连续回流提取 3 次，每次 2 h，减压浓缩得提取物 4 kg。提取物与水混悬均匀，依次用石油醚（60～90 ℃）、醋酸乙酯、水饱和正丁醇萃取。取正丁醇萃取物 237 g 经正相硅胶柱色谱，二氯甲烷-甲醇系统（50∶1→0∶1）梯度洗脱，得到 14 个部分，即 Fr. I～XIV。Fr. VII（24.5 g）经过反相 ODS 柱色谱得到 10 个流分，其中流分 8（2 g）经 HPLC 分离即得化合物 **2**（5 mg）；Fr. VIII（21.3 g）经过反相 ODS 柱色谱得到 20 个流分，其中流分 4（2.5 g）经 HPLC 分离得到化合物 **14**（6 mg），依次流分 9（3 g）得到化合物 **6**（9 mg）、**7**（7 mg），流分 10（2.5 g）得到化合物 **12**（9 mg）、**16**（6 mg），流分 11（4 g）得到化合物 **3**（6 mg）、**4**（8 mg）、**17**（7 mg），流分 12（2 g）得到化合物 **5**（10 mg）、**8**（7 mg）；Fr. IX（18.6 g）经过反相 ODS 柱色谱分离，得到 12 个流分，流分 9 即为化合物 **1**（5 mg），其中流分 7（2.5 g）经 HPLC 分离得到化合物 **11**（6 mg）、**13**（7 mg），依次流分 8（1.5 g）得到化合物 **9**（7 mg）、**10**（8 mg），流分 11（1 g）得到化合物 **18**（5 mg）、**19**（5 mg）；Fr. X（7.8 g）经过反相 ODS 柱色谱得到 19 个流分，流分 15（0.5 g）再经 HPLC 分离得到化合物 **15**（7 mg）。

3 结构鉴定

化合物 **1**：无色油状物。ESI-MS *m/z*: 523.212 9 $[M+H]^+$。^{1}H-NMR (400 MHz, CD_3OD) *δ*: 4.68 (1H, d, *J* = 7.3 Hz, H-1″), 6.91 (2H, s, H-2′, 6′), 6.57 (1H, d, *J* = 1.8 Hz, H-2), 6.55 (1H, d, *J* = 8.0 Hz, H-5), 6.47 (1H, dd, *J* = 1.8, 8.0 Hz, H-6), 6.30 (1H, dt, *J* = 5.7, 15.9 Hz, H-8′), 4.23 (2H, d, *J* = 5.4 Hz, H-9′), 2.96 (1H, dd, *J* = 5.6, 13.8 Hz, H-7a), 2.71 (1H, dd, *J* = 9.4, 13.8 Hz, H-7b), 3.80 (3H, s, 3′-OCH_3), 3.68 (3H, s, 3-OCH_3)；^{13}C-NMR (100 MHz, CD_3OD) *δ*: 133.2 (C-1), 115.7 (C-2), 148.4 (C-3), 145.4 (C-4), 113.8 (C-5), 122.6 (C-6), 39.2 (C-7), 42.8 (C-8), 66.9 (C-9), 135.4 (C-1′), 109.1 (C-2′), 153.5 (C-3′), 145.0 (C-4′), 139.0 (C-5′), 119.2 (C-6′), 131.5 (C-7′), 129.7 (C-8′), 63.7 (C-9′), 105.4 (C-1″), 76.0 (C-2″), 77.9 (C-3″), 71.3 (C-4″), 78.1 (C-5″), 62.5 (C-6″), 56.4 (3-OCH_3), 56.3 (3′-OCH_3)。以上数据与文献报道对照基本一

致[14]，故鉴定化合物 **1** 为淫羊藿苷 E5。

化合物 **2**：白色粉末。ESI-MS *m*/*z*: 747.281 4 [M＋H]$^+$。^{1}H-NMR (400 MHz, CD_3OD) δ: 4.39 (1H, d, *J* = 7.7 Hz, H-1‴), 4.89 (1H, d, *J* = 5.2 Hz, H-7), 4.26 (1H, dt, *J* = 3.2, 5.2 Hz, H-8), 6.96 (1H, brs, H-2), 7.01 (1H, brs, H-6), 6.94 (1H, d, *J* = 1.9 Hz, H-2″), 6.72 (1H, d, *J* = 8.1 Hz, H-5″), 6.77 (1H, dd, *J* = 1.9, 8.1 Hz, H-6″), 6.75 (2H, s, H-2′, 6′), 6.55 (1H, brd, *J* = 15.8 Hz, H-7″), 5.70 (1H, d, *J* = 5.9 Hz, H-7′), 3.79 (6H, s, 3′, 5′-OCH_3), 3.81 (3H, s, 3-OCH_3), 3.89 (3H, s, 3″-OCH_3)；^{13}C-NMR (100 MHz, CD_3OD) δ: 133.8 (C-1), 111.4 (C-2), 148.7 (C-3), 146.9 (C-4), 115.7 (C-5), 120.7 (C-6), 74.1 (C-7), 87.4 (C-8), 61.7 (C-9), 136.3 (C-1′), 104.1 (C-2′), 154.5 (C-3′), 139.3 (C-4′), 154.6 (C-5′), 104.2 (C-6′), 89.1 (C-7′), 53.3 (C-8′), 72.5 (C-9′), 132.6 (C-1″), 112.3 (C-2″), 145.6 (C-3″), 149.3 (C-4″), 129.7 (C-5″), 116.9 (C-6″), 132.6 (C-7″), 129.7 (C-8″), 62.8 (C-9″), 104.1 (C-1‴), 75.2 (C-2‴), 78.3 (C-3‴), 71.7 (C-4‴), 78.1 (C-5‴), 62.8 (C-6‴), 56.4 (3-OCH_3), 56.8 (3′-OCH_3), 56.8 (5′-OCH_3), 56.9 (3″-OCH_3)。以上数据与文献报道对照基本一致[15]，故鉴定化合物 **2** 为 alangisesquin A。

化合物 **3**：无色油状物。ESI-MS *m*/*z*: 749.297 1 [M＋H]$^+$。^{1}H-NMR (400 MHz, CD_3OD) δ: 4.31 (1H, d, *J* = 7.8 Hz, H-1‴), 6.97 (1H, d, *J* = 1.7 Hz, H-2″), 6.70 (1H, d, *J* = 8.0 Hz, H-5″), 6.78 (1H, dd, *J* = 1.7, 8.0 Hz, H-6″), 6.77 (1H, d, *J* = 1.7 Hz, H-2), 6.66 (1H, d, *J* = 7.9 Hz, H-5), 6.64 (1H, dd, *J* = 1.7, 7.9 Hz, H-6), 6.68 (1H, s, H-2′, 6′), 4.95 (1H, d, *J* = 6.0 Hz, H-7′)；^{13}C-NMR (100 MHz, CD_3OD) δ: 133.6 (C-1), 113.4 (C-2), 149.0 (C-3), 145.7 (C-4), 116.2 (C-5), 122.2 (C-6), 33.8 (C-7), 43.8 (C-8), 73.8 (C-9), 140.8 (C-1′), 104.1 (C-2′), 154.3 (C-3′), 135.7 (C-4′), 154.3 (C-5′), 104.2 (C-6′), 84.2 (C-7′), 56.4 (C-8′), 61.5 (C-9′), 130.8 (C-1″), 113.4 (C-2″), 148.6 (C-3″), 146.8 (C-4″), 115.7 (C-5″), 122.1 (C-6″), 78.0 (C-7″), 87.4 (C-8″), 61.5 (C-9″), 104.2 (C-1‴), 75.2 (C-2‴), 78.2 (C-3‴), 71.7 (C-4‴), 78.0 (C-5‴), 62.8 (C-6‴), 56.7 (3′, 5′-OCH_3), 56.4 (3, 3″-OCH_3)。以上数据与文献报道对照基本一致[16]，故鉴定化合物 **3** 为 glycopentoside F。

化合物 **4**：白色无定形粉末。ESI-MS *m*/*z*: 553.223 5 [M＋H]$^+$。^{1}H-NMR (400 MHz, CD_3OD) δ: 4.86 (1H, d, *J* = 7.8 Hz, H-1″), 6.78 (2H, s, H-2, 6), 6.79 (1H, d, *J* = 1.8 Hz, H-2′), 6.70 (1H, d, *J* = 8.0 Hz, H-5′), 6.63 (1H, dd, *J* = 1.8, 8.0 Hz, H-6′), 2.88 (1H, dd, *J* = 5.0, 13.4 Hz, H-7′a), 2.50 (1H, dd, *J* = 11.0, 13.4 Hz, H-7′b), 3.83 (3H, s, 3′-OCH_3), 3.89 (6H, s, 3, 5-OCH_3)；^{13}C-NMR (100 MHz, CD_3OD) δ: 141.6 (C-1), 104.6 (C-2, 6), 154.3 (C-3, 5), 135.4 (C-4), 84.0 (C-7), 54.1 (C-8), 60.6 (C-9), 133.5 (C-1′), 113.3 (C-2′), 149.2 (C-3′), 145.9 (C-4′), 116.2 (C-5′), 122.1 (C-6′), 33.6 (C-7′), 43.8 (C-8′), 73.8 (C-9′), 105.4 (C-1″), 75.9 (C-2″), 78.3 (C-3″), 71.7 (C-4″), 78.3 (C-5″), 62.4 (C-6″), 57.0 (3, 5-OCH_3), 56.4 (3′-OCH_3)。以上数据与文献报道对照基本一致[17]，故鉴定化合物 **4** 为 conicaoside。

化合物 **5**：浅黄色无定形粉末。ESI-MS *m*/*z*: 521.197 3 [M＋H]$^+$。^{1}H-NMR (400 MHz, CD_3OD) δ: 4.36 (1H, d, *J* = 7.8 Hz, H-1″), 6.97 (1H, brs, H-6′), 6.94 (1H, brs, H-2′), 6.95 (1H, d, *J* = 1.9 Hz, H-2), 6.76 (1H, d, *J* = 8.2 Hz, H-5), 6.82 (1H, dd, *J* = 1.9, 8.2 Hz, H-6), 5.52 (1H, d, *J* = 6.2 Hz, H-7), 6.57 (1H, d, *J* = 15.7 Hz, H-7′), 6.23 (1H, dt, *J* = 5.8, 15.7 Hz, H-8′), 3.81 (3H, s, 3-OCH_3), 3.87 (3H, s, 3′-OCH_3)；^{13}C-NMR (100 MHz, CD_3OD) δ: 134.5 (C-1), 110.6 (C-2), 149.1 (C-3), 147.6 (C-4), 116.2 (C-5), 119.8 (C-6), 89.4 (C-7), 56.8 (C-8), 64.9 (C-9), 132.3 (C-1′), 112.2 (C-2′), 145.5 (C-3′), 149.4 (C-4′), 130.4 (C-5′), 116.7 (C-6′), 134.3 (C-7′), 124.2 (C-8′), 71.0 (C-9′), 103.2 (C-1″), 75.2 (C-2″), 77.9 (C-3″), 71.6 (C-4″), 78.2 (C-5″), 62.7 (C-6″), 55.5 (3-OCH_3), 56.4 (3′-OCH_3)。以上数据与文献报道对照基本一致[18]，故鉴定化合物 **5** 为 (7*S*,8*R*)-dehydrodiconiferyl alcohol 9′-*O*-β-glucopyranoside。

化合物 **6**：白色粉末。ESI-MS *m*/*z*: 523.272 9 [M＋H]$^+$。^{1}H-NMR (400 MHz, CD_3OD) δ: 4.86 (1H, d, *J* = 7.5 Hz, H-1″), 7.01 (1H, d, *J* = 1.8 Hz, H-2′), 7.08 (1H, d, *J* = 8.2 Hz, H-5′), 6.89 (1H, dd, *J* = 1.8, 8.2 Hz, H-6′), 6.77 (1H, d, *J* = 2.0 Hz, H-2), 6.71 (1H, d, *J* = 8.2 Hz, H-5), 6.62 (1H, dd, *J* = 2.0, 8.2 Hz, H-6), 2.55 (1H, dd, *J* = 11.2, 13.4 Hz, H-7a), 2.96 (1H, dd, *J* = 4.6, 13.4 Hz, H-7b), 4.74 (1H, d, *J* = 6.8 Hz, H-7′), 3.83 (3H, s, 3-OCH_3), 3.85 (3H, s, 3′-OCH_3)；^{13}C-NMR (100 MHz, CD_3OD) δ: 133.8 (C-1), 114.1 (C-2), 149.0 (C-3), 146.4 (C-4), 116.0 (C-5), 122.2

(C-6), 33.7 (C-7), 43.8 (C-8), 73.5 (C-9), 138.2 (C-1′), 111.8 (C-2′), 150.9 (C-3′), 147.2 (C-4′), 118.3 (C-5′), 119.6 (C-6′), 84.0 (C-7′), 54.1 (C-8′), 60.5 (C-9′), 103.0 (C-1″), 75.0 (C-2″), 78.2 (C-3″), 71.4 (C-4″), 77.9 (C-5″), 62.6 (C-6″), 56.8 (3-OCH_3), 56.7 (3′-OCH_3)。以上数据与文献报道对照基本一致[19]，故鉴定化合物 **6** 为落叶松脂醇-4′-*O*-β-*D*-葡萄糖苷。

化合物 **7**：白色无定形粉末。ESI-MS *m*/*z*: 541.223 5 $[M+H]^+$。^{1}H-NMR (400 MHz, CD_3OD) *δ*: 4.24 (1H, d, *J* = 7.8 Hz, H-1″), 6.84 (1H, d, *J* = 1.8 Hz, H-2′), 6.96 (1H, d, *J* = 8.2 Hz, H-5′), 6.86 (1H, dd, *J* = 1.8, 8.2 Hz, H-6′), 2.66 (2H, t, *J* = 7.5 Hz, H-7′), 3.86 (3H, s, 3′-OCH_3), 3.81 (3H, s, 3-OCH_3)；^{13}C-NMR (100 MHz, CD_3OD) *δ*: 133.8 (C-1), 111.4 (C-2), 148.8 (C-3), 147.6 (C-4), 115.9 (C-5), 122.3 (C-6), 74.2 (C-7), 87.8 (C-8), 61.9 (C-9), 137.2 (C-1′), 114.4 (C-2′), 151.7 (C-3′), 147.1 (C-4′), 119.8 (C-5′), 122.1 (C-6′), 32.7 (C-7′), 33.7 (C-8′), 69.9 (C-9′), 104.5 (C-1″), 75.2 (C-2″), 77.9 (C-3″), 71.7 (C-4″), 78.2 (C-5″), 62.8 (C-6″), 56.6 (3-OCH_3), 56.4 (3′-OCH_3)。以上数据与文献报道对照基本一致[20]，故鉴定化合物 **7** 为 7*R*,8*R*-*threo*-4,7,9-trihydroxy-3,3′-dimethoxy-8-*O*-4′-neolignan-9′-*O*-β-*D*-glucopyranoside。

化合物 **8**：黄色油状物。ESI-MS *m*/*z*: 539.223 1 $[M+H]^+$。^{1}H-NMR (400 MHz, CD_3OD) *δ*: 7.06 (1H, brs, H-2′), 6.71 (1H, brs, H-6′), 6.99 (1H, d, *J* = 1.8 Hz, H-2), 6.75 (1H, d, *J* = 8.1 Hz, H-5), 6.85 (1H, dd, *J* = 1.8, 8.1 Hz, H-6), 6.79 (1H, brs, H-2″), 6.93 (1H, brs, H-6″), 5.58 (2H, d, *J* = 6.6 Hz, H-7, 7′), 3.82 (3H, s, 3-OCH_3), 3.84 (3H, s, 3′-OCH_3), 3.87 (3H, s, 3″-OCH_3)；^{13}C-NMR (100 MHz, CD_3OD) *δ*: 132.8 (C-1), 109.3 (C-2), 147.6 (C-3), 146.0 (C-4), 114.5 (C-5), 118.3 (C-6), 87.7 (C-7), 54.9 (C-8), 62.4 (C-9), 135.4 (C-1′), 110.6 (C-2′), 143.9 (C-3′), 147.6 (C-4′), 128.7 (C-5′), 114.6 (C-6′), 88.0 (C-7′), 54.9 (C-8′), 62.4 (C-9′), 135.4 (C-1″), 112.6 (C-2″), 143.7 (C-3″), 145.9 (C-4″), 128.2 (C-5″), 116.7 (C-6″), 34.3 (C-7″), 31.4 (C-8″), 60.7 (C-9″), 55.2 (3-OCH_3), 55.2 (3′-OCH_3), 55.9 (3″-OCH_3)。以上数据与文献报道对照基本一致[21]，故鉴定化合物 **8** 为 vitrifol A。

化合物 **9**：黄色无定形粉末。ESI-MS *m*/*z*: 517.202 4 $[M+H]^+$。^{1}H-NMR (400 MHz, CD_3OD) *δ*: 4.95 (1H, d, *J* = 5.3 Hz, H-7′), 3.68 (3H, s, 3-OCH_3), 3.78 (3H, s, 3′-OCH_3), 3.81 (3H, s, 3″-OCH_3)；^{13}C-NMR (100 MHz, CD_3OD) *δ*: 134.2 (C-1), 111.8 (C-2), 148.7 (C-3), 147.0 (C-4), 118.4 (C-5), 120.8 (C-6), 75.1 (C-7), 86.1 (C-8), 62.2 (C-9), 139.4 (C-1′), 120.2 (C-2′), 151.4 (C-3′), 148.3 (C-4′), 115.9 (C-5′), 112.4 (C-6′), 74.0 (C-7′), 56.6 (C-8′), 64.4 (C-9′), 132.0 (C-1″), 115.7 (C-2″), 148.4 (C-3″), 146.2 (C-4″), 114.6 (C-5″), 123.2 (C-6″), 56.4 (3-OCH_3), 56.4 (3′-OCH_3), 56.4 (3″-OCH_3)。以上数据与文献报道对照基本一致[22]，故鉴定化合物 **9** 为 leptolepisol D。

化合物 **10**：黄色油状物。ESI-MS *m*/*z*: 335.144 5 $[M+H]^+$。^{1}H-NMR (400 MHz, CD_3OD) *δ*: 6.63 (1H, d, *J* = 1.8 Hz, H-2), 6.70 (1H, d, *J* = 8.0 Hz, H-5), 6.59 (1H, dd, *J* = 1.8, 8.0 Hz, H-6), 6.61 (1H, d, *J* = 1.8 Hz, H-2′), 6.67 (1H, d, *J* = 1.8 Hz, H-5′), 6.54 (1H, dd, *J* = 1.8, 8.0 Hz, H-6′), 4.30 (1H, d, *J* = 8.4 Hz, H-7), 4.04 (1H, dd, *J* = 5.8, 10.8 Hz, H-9a), 3.88 (1H, dd, *J* = 7.0, 10.8 Hz, H-9b), 3.20 (3H, s, 7-OCH_3), 3.70 (3H, s, 3′-OCH_3), 3.74 (3H, s, 3-OCH_3)；^{13}C-NMR (100 MHz, CD_3OD) *δ*: 132.7 (C-1), 115.7 (C-2), 148.5 (C-3), 146.9 (C-4), 114.4 (C-5), 122.7 (C-6), 87.4 (C-7), 56.1 (C-8), 65.0 (C-9), 132.3 (C-1′), 115.6 (C-2′), 148.4 (C-3′), 146.2 (C-4′), 112.4 (C-5′), 121.6 (C-6′), 56.8 (3-OCH_3), 56.3 (3′-OCH_3), 56.3 (7-OCH_3)。以上数据与文献报道对照基本一致[23]，故鉴定化合物 **10** 为苏式-2,3-二-(4-羟基-3-甲氧基苯)-3-甲氧基丙醇。

化合物 **11**：白色粉末。ESI-MS *m*/*z*: 539.207 9 $[M+H]^+$。^{1}H-NMR (400 MHz, CD_3OD) *δ*: 4.36 (1H, d, *J* = 7.8 Hz, H-1″), 7.02 (1H, d, *J* = 1.9 Hz, H-2), 6.75 (1H, d, *J* = 8.3 Hz, H-5), 6.85 (1H, dd, *J* = 1.9, 8.3 Hz, H-6), 7.07 (1H, d, *J* = 1.8 Hz, H-2′), 6.99 (1H, d, *J* = 8.4 Hz, H-5′), 6.92 (1H, dd, *J* = 1.8, 8.4 Hz, H-6′), 6.61 (1H, d, *J* = 15.9 Hz, H-7′), 6.26 (1H, dt, *J* = 15.9, 6.4 Hz, H-8′), 3.81 (3H, s, 3-OCH_3), 3.87 (3H, s, 3′-OCH_3)；^{13}C-NMR (100 MHz, CD_3OD) *δ*: 133.8 (C-1), 111.8 (C-2), 148.9 (C-3), 147.2 (C-4), 115.9 (C-5), 120.8 (C-6), 74.0 (C-7), 87.0 (C-8), 61.9 (C-9), 132.9 (C-1′), 111.4 (C-2′), 151.8 (C-3′), 149.5 (C-4′), 118.8 (C-5′), 121.0 (C-6′), 133.6 (C-7′), 125.3 (C-8′), 70.9 (C-9′), 103.3 (C-1″), 75.2 (C-2″), 78.0 (C-3″), 71.7 (C-4″), 78.2 (C-5″), 62.8 (C-6″), 56.4 (3-OCH_3), 56.6 (3′-OCH_3)。以上数据与文献报道对照基本一致[24]，故鉴定化合物 **11**

为 hyuganoside IIIb。

化合物 **12**：白色无定形粉末。ESI-MS *m*/*z*: 597.213 3 $[M+H]^+$。^{1}H-NMR (400 MHz, CD_3OD) δ: 4.66 (1H, d, *J* = 7.9 Hz, H-1″), 5.14 (1H, d, *J* = 7.5 Hz, H-7′), 7.42 (2H, s, H-2, 6), 6.98 (2H, brs, H-2′, 6′), 3.80 (6H, s, 3′, 5′-OCH_3), 3.87 (6H, s, 3, 5-OCH_3)；^{13}C-NMR (100 MHz, CD_3OD) δ: 133.8 (C-1), 107.8 (C-2, 6), 154.3 (C-3, 5), 140.6 (C-4), 200.5 (C-7), 50.6 (C-8), 71.2 (C-9), 132.9 (C-1′), 105.1 (C-2′, 6′), 149.2 (C-3′, 5′), 137.2 (C-4′), 85.4 (C-7′), 55.6 (C-8′), 61.6 (C-9′), 104.4 (C-1″), 75.7 (C-2″), 78.4 (C-3″), 71.3 (C-4″), 78.2 (C-5″), 62.5 (C-6″), 57.2 (3, 5-OCH_3), 56.8 (3′, 5′-OCH_3)。以上数据与文献报道对照基本一致[25]，故鉴定化合物 **12** 为 officinalioside。

化合物 **13**：白色粉末。ESI-MS *m*/*z*: 523.212 9 $[M+H]^+$。^{1}H-NMR (400 MHz, CD_3OD) δ: 4.29 (1H, d, *J* = 7.8 Hz, H-1″), 6.93 (1H, d, *J* = 1.7 Hz, H-2), 6.75 (1H, d, *J* = 8.2 Hz, H-5), 6.79 (1H, dd, *J* = 1.7, 8.2 Hz, H-6), 6.81 (1H, d, *J* = 2.0 Hz, H-2′), 6.71 (1H, d, *J* = 8.0 Hz, H-5′), 6.65 (1H, dd, *J* = 2.0, 8.0 Hz, H-6′), 3.83 (3H, s, 3-OCH_3), 3.82 (3H, s, 3′-OCH_3)；^{13}C-NMR (100 MHz, CD_3OD) δ: 135.7 (C-1), 110.8 (C-2), 149.0 (C-3), 147.1 (C-4), 116.0 (C-5), 119.9 (C-6), 84.2 (C-7), 51.7 (C-8), 68.5 (C-9), 133.8 (C-1′), 113.5 (C-2′), 149.0 (C-3′), 145.8 (C-4′), 116.2 (C-5′), 122.2 (C-6′), 33.7 (C-7′), 44.1 (C-8′), 73.7 (C-9′), 104.6 (C-1″), 75.2 (C-2″), 78.1 (C-3″), 71.7 (C-4″), 78.3 (C-5″), 62.9 (C-6″), 56.4 (3-OCH_3), 56.4 (3′-OCH_3)。以上数据与文献报道对照基本一致[26]，故鉴定化合物 **13** 为落叶松脂醇-9-*O*-β-*D*-葡萄糖苷。

化合物 **14**：黄色油状物。ESI-MS *m*/*z*: 481.166 0 $[M+H]^+$。^{1}H-NMR (400 MHz, CD_3OD) δ: 4.99 (1H, d, *J* = 7.4 Hz, H-1″), 7.59 (1H, d, *J* = 2.0 Hz, H-2), 7.15 (1H, d, *J* = 8.6 Hz, H-5), 7.66 (1H, dd, *J* = 2.0, 8.6 Hz, H-6), 6.87 (1H, d, *J* = 1.4 Hz, H-2′), 6.69 (1H, d, *J* = 8.6 Hz, H-5′), 6.73 (1H, dd, *J* = 1.4, 8.6 Hz, H-6′), 4.76 (1H, dd, *J* = 5.2, 8.7 Hz, H-8), 4.25 (1H, dd, *J* = 8.8, 10.7 Hz, H-9a), 3.70 (1H, dd, *J* = 5.2, 10.7 Hz, H-9b), 3.81 (3H, s, 3′-OCH_3), 3.85 (3H, s, 3-OCH_3)；^{13}C-NMR (100 MHz, CD_3OD) δ: 132.8 (C-1), 113.1 (C-2), 150.5 (C-3), 152.2 (C-4), 116.2 (C-5), 124.5 (C-6), 199.6 (C-7), 56.6 (C-8), 65.4 (C-9), 129.6 (C-1′), 112.8 (C-2′), 149.4 (C-3′), 147.1 (C-4′), 116.6 (C-5′), 122.2 (C-6′), 101.8 (C-1″), 74.7 (C-2″), 78.3 (C-3″), 71.2 (C-4″), 77.8 (C-5″), 62.4 (C-6″), 56.6 (3-OCH_3), 56.4 (3′-OCH_3)。以上数据与文献报道对照基本一致[27]，故鉴定化合物 **14** 为 stroside A。

化合物 **15**：白色粉末。ESI-MS *m*/*z*: 585.228 6 $[M+H]^+$。^{1}H-NMR (400 MHz, CD_3OD) δ: 7.04 (1H, brs, H-2), 7.02 (1H, brs, H-6), 6.96 (2H, brs, H-2′, 6′), 6.94 (1H, d, *J* = 1.8 Hz, H-2″), 6.72 (1H, d, *J* = 8.1 Hz, H-5″), 6.77 (1H, dd, *J* = 1.8, 8.1 Hz, H-6″), 6.56 (1H, d, *J* = 15.8 Hz, H-7), 6.18 (1H, dt, *J* = 6.3, 15.8 Hz, H-8), 3.89 (3H, s, H-3), 3.86 (3H, s, H-3′), 3.79 (3H, s, H-5′), 3.74 (3H, s, H-3″)；^{13}C-NMR (100 MHz, CD_3OD) δ: 132.5 (C-1), 112.4 (C-2), 145.6 (C-3), 149.3 (C-4), 129.7 (C-5), 116.9 (C-6), 132.5 (C-7), 129.7 (C-8), 62.8 (C-9), 136.3 (C-1′), 104.1 (C-2′, 6′), 154.6 (C-3′, 5′), 139.4 (C-4′), 87.4 (C-7′), 56.4 (C-8′), 64.3 (C-9′), 133.8 (C-1″), 111.4 (C-2″), 148.7 (C-3″), 146.9 (C-4″), 115.7 (C-5″), 120.7 (C-6″), 74.1 (C-7″), 87.3 (C-8″), 61.7 (C-9″), 56.6 (3-OCH_3), 56.7 (3′, 5′-OCH_3), 56.3 (3″-OCH_3)。以上数据与文献报道对照基本一致[24]，故鉴定化合物 **15** 为 *erythro*-buddlenol B。

化合物 **16**：无色无定形固体。ESI-MS *m*/*z*: 525.228 6 $[M+H]^+$。^{1}H-NMR (400 MHz, CD_3OD) δ: 4.83 (1H, d, *J* = 7.6 Hz, H-1″), 6.59 (1H, d, *J* = 1.8 Hz, H-2′), 6.65 (1H, d, *J* = 8.0 Hz, H-5′), 6.53 (1H, dd, *J* = 1.8, 8.0 Hz, H-6′), 6.68 (1H, d, *J* = 1.8 Hz, H-4), 7.01 (1H, d, *J* = 8.2 Hz, H-1), 6.64 (1H, dd, *J* = 8.2, 1.8 Hz, H-10), 3.74 (3H, s, 3′-OCH_3), 3.75 (3H, s, 4′-OCH_3)；^{13}C-NMR (100 MHz, CD_3OD) δ: 117.7 (C-1), 146.1 (C-2), 145.5 (C-3), 114.3 (C-4), 36.1 (C-5), 44.2 (C-6), 62.1 (C-6a), 44.0 (C-7), 62.0 (C-7a), 36.1 (C-8), 137.4 (C-9), 122.8 (C-10), 133.8 (C-1′), 113.4 (C-2′), 150.5 (C-3′), 148.8 (C-4′), 115.8 (C-5′), 122.7 (C-6′), 103.1 (C-1″), 75.1 (C-2″), 77.8 (C-3″), 71.4 (C-4″), 78.2 (C-5″), 62.5 (C-6″), 56.5 (3′-OCH_3), 56.3 (4′-OCH_3)。以上数据与文献报道对照基本一致[28]，故鉴定化合物 **16** 为 sargentodoside D。

化合物 **17**：黄色粉末。ESI-MS *m*/*z*: 394.129 2 $[M+H]^+$。^{1}H-NMR (400 MHz, CD_3OD) δ: 6.98 (1H, d, *J* = 1.7 Hz, H-2), 6.69 (1H, d, *J* = 8.0 Hz, H-5), 6.78 (1H, dd, *J* = 1.7, 8.0 Hz, H-6), 4.95 (1H, d, *J* = 7.0 Hz,

H-7), 3.82 (3H, s, 3-OCH_3), 3.81 (6H, s, 3′, 5′-OCH_3); ^{13}C-NMR (100 MHz, CD_3OD) δ: 133.5 (C-1), 111.9 (C-2), 148.7 (C-3), 147.1 (C-4), 115.9 (C-5), 121.0 (C-6), 74.6 (C-7), 89.3 (C-8), 61.9 (C-9), 123.3 (C-1′), 108.2 (C-2′), 153.7 (C-3′), 139.4 (C-4′), 153.9 (C-5′), 108.2 (C-6′), 156.8 (C-7′), 56.4 (3-OCH_3), 56.7 (3′, 5′-OCH_3)。以上数据与文献报道对照基本一致[29]，故鉴定化合物 **17** 为 (+)-(7*S*,8*S*)-4-hydroxy-3,3′,5′-trimethoxy-8′,9′-dinor-8,4′-oxyneolignan-7,9-diol-7′-oic acid。

化合物 **18**：无定形固体。ESI-MS *m*/*z*: 391.170 7 $[M+H]^+$。^{1}H-NMR (400 MHz, CD_3OD) δ: 6.79 (1H, d, *J* = 1.8 Hz, H-2), 6.76 (1H, d, *J* = 8.0 Hz, H-5), 6.64 (1H, dd, *J* = 1.8, 8.0 Hz, H-6), 6.63 (2H, s, H-2′, 6′), 2.90 (1H, dd, *J* = 4.8, 13.4 Hz, H-7b), 2.50 (1H, dd, *J* = 11.2, 13.4 Hz, H-7a), 3.80 (3H, s, 3-OCH_3), 3.82 (6H, s, 3′, 5′-OCH_3); ^{13}C-NMR (100 MHz, CD_3OD) δ: 132.0 (C-1), 111.9 (C-2), 147.6 (C-3), 144.4 (C-4), 115.9 (C-5), 120.6 (C-6), 32.2 (C-7), 42.3 (C-8), 72.3 (C-9), 135.9 (C-1′), 102.5 (C-2′, 6′), 148.9 (C-3′, 5′), 134.2 (C-4′), 82.6 (C-7′), 52.6 (C-8′), 59.1 (C-9′), 55.1 (3-OCH_3), 54.9 (3′, 5′-OCH_3)。以上数据与文献报道对照基本一致[30]，故鉴定化合物 **18** 为 5′-甲氧基落叶松脂醇。

化合物 **19**：白色粉末。ESI-MS *m*/*z*: 519.218 0 $[M+H]^+$。^{1}H-NMR (400 MHz, CD_3OD) δ: 4.36 (1H, d, *J* = 7.7 Hz, H-1″), 6.99 (1H, d, *J* = 1.8 Hz, H-2), 7.10 (1H, d, *J* = 8.4 Hz, H-5), 6.89 (1H, dd, *J* = 1.8, 8.4 Hz, H-6), 7.06 (2H, brs, H-2′, 6′), 6.53 (1H, d, *J* = 15.8 Hz, H-7′), 6.24 (1H, dt, *J* = 5.8, 15.8 Hz, H-8′), 5.60 (1H, d, *J* = 6.6 Hz, H-7), 3.90 (3H, s, 3′-OCH_3), 3.83 (3H, s, 3-OCH_3); ^{13}C-NMR (100 MHz, CD_3OD) δ: 135.9 (C-1), 109.3 (C-2), 148.9 (C-3), 146.1 (C-4), 116.0 (C-5), 118.3 (C-6), 88.0 (C-7), 54.9 (C-8), 62.9 (C-9), 132.0 (C-1′), 114.7 (C-2′), 144.0 (C-3′), 147.5 (C-4′), 128.7 (C-5′), 110.8 (C-6′), 130.5 (C-7′), 126.1 (C-8′), 60.1 (C-9′), 101.3 (C-1″), 73.4 (C-2″), 76.7 (C-3″), 69.9 (C-4″), 76.4 (C-5″), 61.0 (C-6″), 55.1 (3-OCH_3), 55.1 (3′-OCH_3)。以上数据与文献报道对照基本一致[31]，故鉴定化合物 **19** 为 dehydrodiconiferyl alcohol 4-*O*-β-*D*-glucopyranoside。

参考文献

[1] 中国药典 [S]. 一部. 2015.

[2] 杨炳友, 李 婷, 郭 瑞, 等. 洋金花叶化学成分研究 (I) [J]. 中草药, 2013, 44(20): 2803-2807.

[3] 杨炳友, 刘 艳, 王 欣, 等. 洋金花种子的化学成分研究 (I) [J]. 中草药, 2013, 44(14): 1877-1880.

[4] Kuang H X, Yang B Y, Xia Y G, *et al*. Chemical constituents from the flower of *Datura metel* L. [J]. *Arch Pharm Res*, 2008, 31(9): 1094-1097.

[5] Kuang H X, Yang B Y, Tang L, *et al*. Baimantuoluosides A-C, three new withanolide glucosides from the flower of *Datura metel* L. [J]. *Helv Chim Acta*, 2009, 92(7): 1315-1323.

[6] Yang B Y, Xia Y G, Wang Q H, *et al*. Baimantuoluosides D-G, four new withanolide glucosides from the flower of *Datura metel* L. [J]. *Arch Pharm Res*, 2010, 33(8): 1143-1148.

[7] Yang B Y, Xia Y G, Liu Y, *et al*. New antiproliferative and immunosuppressive withanolides from the seeds of *Datura metel* L. [J]. *Phytochem Lett*, 2014, 8: 92-96.

[8] Yang B Y, Xia Y G, Wang Q H, *et al*. Withanolide compounds from the flower of *Datura metel* L. [J]. *Helv Chim Acta*, 2007, 90(8): 1522-1528.

[9] Yang B Y, Xia Y G, Cheng D, *et al*. Chemical constituents from the flower of *Datura metel* L. [J]. *Chin J Nat Med*, 2010, 8(6): 429-432.

[10] Sharma G L. Studies on antimycotic properties of *Datura metel* [J]. *J Ethnopharmacol*, 2002, 80(2/3): 193-197.

[11] Kuang H X, Yang B Y, Xia Y G, *et al*. Chemical Constituents from the flower of *Datura metel* L. [J]. *Arch Pharm Res*, 2008, 31(9): 1094-1097.

[12] Dabur R, Ali M, Singh H, *et al*. A novel antifungal pyrrole derivative from *Datura metel* leaves [J]. *Pharmazie*, 2004, 59(7): 568-570.

[13] 杨炳友. 洋金花治疗银屑病有效部位的化学成分和药理作用研究 [D]. 哈尔滨: 黑龙江中医药大学, 2005.

[14] 吴 娇, 梅文莉, 戴好富. 野花椒中一个新的单萜苷 [J]. 中草药, 2007, 38(4): 488-490.

[15] Kijima K, Otsuka H, Ide T, *et al*. Sesquiterpene glycosides and sesquilignan glycosides from stems of *Alangium premnifolium* [J]. *Phytochemistry*, 1998, 48(4): 669-676.

[16] Chen Y, Tian E L, Hu X, *et al*. Glycopentosides D-F, three new phenolic glycosides from *Glycosmis pentaphylla* [J]. *Helv Chim Acta*, 2015, 98: 1160-1166.

[17] 南泽东, 赵明波, 姜 勇, 等. 塔中栽培荒漠肉苁蓉中的木脂素类成分 [J]. 中国中药杂志, 2015, 40(3): 463-468.

[18] Jiang Z H, Tanaka T, Sakamoto M, *et al*. Studies on a medicinal parasitic plant: Lignans from the stems of

Cynomorium songaricum [J]. *Chem Pharm Bull*, 2001, 49(8): 1036-1038.

[19] 李廷钊, 张卫东, 顾正兵, 等. 糙叶败酱中木脂素成分的研究 [J]. 中草药, 2005, 36(3): 338-340.

[20] 郭伶伶, 吴春华, 葛丹丹, 等. 芒果叶化学成分研究 II [J]. 热带亚热带植物学报, 2012, 20(6): 591-595.

[21] 叶凤梅, 谢阳国, 朱 燕, 等. 贡山八角枝叶化学成分研究 [J]. 天然产物研究与开发, 2015, 27(4): 604-608.

[22] 朱佳娴. 刺果卫矛化学成分研究 [D]. 上海: 上海交通大学, 2012.

[23] 高 莉, 田 华, 吕培军, 等. 乌桕叶化学成分研究 [J]. 中国中药杂志, 2015, 40(8): 1518-1522.

[24] 郭 蓉, 王跃虎, 石亚娜, 等. 云南金钱槭茎化学成分 [J]. 天然产物研究与开发, 2012, 24(8): 1007-1013.

[25] Samy M N, Hamed A N, Sugimoto S, *et al*. Officinalioside, a new lignan glucoside from *Borago officinalis* L. [J]. *Nat Prod Res*, 2016, 30(8): 967-972.

[26] 郑晓珂, 颜 惠, 李丹丹, 等. 三花莸的化学成分研究 [J]. 中国药学杂志, 2013, 48(23): 1997-2001.

[27] Woo K W, Suh W S, Subedi L, *et al*. Phenolic derivatives from the stems of *Lagerstroemia indica* and their biological activity [J]. *Heterocycles*, 2015, 91(12): 2355-2366.

[28] Zeng X B, Wang H, Gong Z Q, *et al*. Antimicrobial and cytotoxic phenolics and phenolic glycosides from *Sargentodoxa cuneata* [J]. *Fitoterapia*, 2015, 101(1): 153-161.

[29] Xiong L, Zhu C G, Li Y R, *et al*. Lignans and neolignans from *Sinocalamus affinis* and their absolute configurations [J]. *J Nat Prod*, 2011, 74(5): 1188-1200.

[30] 李 薇, 梅文莉, 王 昊, 等. 白木香树干的化学成分研究 [J]. 中国中药杂志, 2013, 38(17): 2826-2831.

[31] 张亚梅, 蔡 英, 董 聪, 等. 圆苞金足草化学成分研究 [J]. 中草药, 2015, 46(22): 3314-3317.