

· 化学与分析 ·

新疆青杞的化学成分分离鉴定

崔燕, 李萌, 王戎博, 戴胜军, 李桂生*
(烟台大学药学院, 山东烟台 264005)

[摘要] 目的:研究新疆青杞全草的化学成分。方法:利用硅胶柱色谱, LH-20 羟丙基葡聚糖凝胶(Sephadex LH-20)柱色谱及高效制备薄层色谱等方法对新疆青杞95%乙醇提取物的乙酸乙酯部位进行分离纯化, 依据理化性质和波谱学数据对其化学结构进行阐明。结果:从乙酸乙酯部位发现21个化合物, 包括3个酰胺, 7个酚酸, 1个香豆素及10个黄酮类化合物, 分别为*N*-反式香豆酰基酪胺(1), *N*-3-羟基-4-甲氧基苯乙基反式阿魏酸酰胺(2), 对羟基苯甲酸(3), 藜芦酸(4), 原儿茶酸(5), 3,4-二羟基苯甲酸甲酯(6), 邻羟基苯甲酸(7), 对羟基苯甲酸乙酯(8), 3,4-二羟基苯甲酸乙酯(9), 七叶内酯(10), 甘草素(11), 橙皮素(12), 柚皮素(13), 木犀草素(14), 芹菜素(15), 柯伊利素(16), 5,7-二羟基-3',4'-二甲氧基黄酮(17), 香叶木素(18), 大豆苷元(19), 染料木素(20), *N*-反式阿魏酰基酪胺(21)。结论:化合物1~20为首次从青杞中发现, 化合物3~12, 14~17为首次从茄属植物中发现。经文献调研发现, 分离得到的酚酸及黄酮类化合物具良好抗炎、抗氧化活性, 为进一步开展新疆青杞其药效物质基础研究及其开发利用提供参考依据。

[关键词] 茄科; 茄属; 新疆青杞; 化学成分; 清热解毒

[中图分类号] R284.2; R2-031; R282.6 **[文献标识码]** A **[文章编号]** 1005-9903(2018)11-0049-05

[doi] 10.13422/j.cnki.syfjx.20181013

[网络出版地址] <http://kns.cnki.net/kcms/detail/11.3495.R.20180309.1058.045.html>

[网络出版时间] 2018-3-9 16:21

Chemical Constituents Identification from *Solanum septemlobum*

CUI Yan, LI Meng, WANG Rong-bo, DAI Sheng-jun, LI Gui-sheng*
(School of Pharmacy in Yantai University, Yantai 264005, China)

[Abstract] **Objective:** To investigate the chemical constituents of *Solanum septemlobum*. **Method:** The ethyl acetate fraction of 95% ethanol extract of *S. septemlobum* was isolated and purified by silica gel column chromatography, Sephadex LH-20 and high performance thin layer chromatography (HPTLC). The structures were identified by physico-chemical properties and spectral data. **Result:** Twenty-one compounds were isolated and purified as: *N*-trans-coumaroyltyramine (1), *N*-trans-feruloyl-4'-*O*-methyldopamine (2), *p*-hydroxybenzoic acid (3), 3,4-dimethoxy benzoic acid (4), protocatechuate (5), methyl 3,4-dihydroxybenzoate (6), 2-hydroxybenzoic acid (7), ethyl 4-hydroxybenzoate (8), ethyl 3,4-dihydroxybenzoate (9), esculetin (10), liquiritigenin (11), hesperetin (12), naringenin (13), luteolin (14), apigenin (15), hrysoeriol (16), diosmetin (17), 5,7-dihydroxy-3',4'-dimethoxyflavone (18), isoliavoues (19), genistein (20), and *N*-trans-feruloyltyramine (21). **Conclusion:** Compounds 1-20 were isolated from *S. septemlobum* and compounds 3-12 and 14-17 were obtained from *Solanum* for the first time. The literature review showed that amides and flavonoids had anti-inflammatory and antioxidant activities, providing a reference for further studies on pharmacodynamic material basis and the development and utilization of *S. septemlobum* from Xinjiang.

[收稿日期] 20171102(012)

[基金项目] 山东省自然科学基金项目(ZR2014HM080)

[第一作者] 崔燕,在读硕士,从事天然药物化学研究,Tel:0535-3800100,E-mail:15276302091@163.com

[通信作者] *李桂生,博士,副教授,从事天然药物化学研究,Tel:0535-3800100,E-mail:liguisgwngkt@163.com

[Key words] Solanaceae; *Solanum*; *Solanum septemlobum* from Xinjiang; chemical constituent; clearing heat and removing toxicity

青杞,又名野枸杞、野茄子,系多年生直立草本或灌木状植物,主要分布于我国的西北、华北及东北地区,国外主要分布于俄罗斯等国家^[1]。青杞始载于《神农本草经》,其味苦,性寒;具清热解暑的功效,临床上主要用于治疗眼红肿痛、目昏眼赤、疥癣瘙痒等疾病^[2]。

文献调研发现,国内外有关青杞药效物质基础研究的报道较少,且主要集中在甾体及倍半萜类化合物^[3-4],其药效物质基础尚不明确。因此,为深入研究青杞的化学成分,寻找其中具有生物活性的化合物,充分利用植物资源。课题组通过多种色谱分离技术,对采自我国新疆地区的青杞中的化学成分进行了较系统地研究,从中分离得到 21 个单体化合物;并且依据理化性质及波谱数据,对所有 21 个化合物的化学结构进行了阐明,包括 3 个酰胺(化合物 **1**, **2**, **21**), 7 个酚酸(化合物 **3** ~ **9**), 1 个香豆素(化合物 **10**), 3 个二氢黄酮(化合物 **11** ~ **13**), 5 个黄酮(化合物 **14** ~ **18**)及 2 个异黄酮(化合物 **19** ~ **20**)。其中,化合物 **1** ~ **20** 为首次从青杞中发现,化合物 **3** ~ **12**, **14** ~ **17** 为首次从茄属植物中发现。

1 材料

XT-4 型显微熔点测定仪(温度未校正,天津市福元铭仪器有限公司), Autospec-Ultima ETOF 型质谱仪(美国安捷伦公司), Varian Unity 400 型核磁共振仪(德国 Bruker 公司, TMS 内标), LH-20 羟丙基葡聚糖凝胶(Sephadex LH-20, 北京金欧亚进口分装);薄层色谱硅胶(GF₂₅₄), 柱色谱硅胶(200 ~ 300 目)及高效制备薄层色谱硅胶板(HPTLC, 20 cm × 20 cm)均为青岛海洋化工厂产品,所用试剂均为分析纯。实验用青杞全草于 2014 年 8 月采自新疆乌鲁木齐地区,由烟台大学药学院生药学教研室李桂生博士鉴定为茄科茄属植物青杞 *Solanum septemlobum* 的干燥全草,标本(YP14080)保存于烟台大学药学院标本室。

2 提取和分离

取干燥的青杞全草 25.0 kg,粉碎后用 95% 乙醇连续回流提取 3 次,每次 1 h。提取液合并、减压浓缩,得总浸膏 1.5 kg。将总浸膏悬浮于水中,依次用石油醚、乙酸乙酯、正丁醇反复萃取,萃取液分别合并、减压浓缩,得到乙酸乙酯部位 152.5 g。乙酸乙酯浸膏通过硅胶柱色谱(10 cm × 120 cm),环己

烷-丙酮梯度洗脱(95:5 ~ 50:50),分为 28 个组分。组分 7(10.9 g), 8(16.5 g)通过 Sephadex LH-20 柱色谱(三氯甲烷-甲醇洗脱, 1:4)及高效制备薄层色谱(20 cm × 20 cm, 三氯甲烷-丙酮展开, 92:8)反复分离与纯化,分别得化合物 **3**(32 mg), **4**(59 mg), **6**(45 mg)和 **18**(58 mg);组分 9(14.3 g)及 10(9.8 g)通过多次 Sephadex LH-20 柱色谱(三氯甲烷-甲醇洗脱, 1:4)与高效制备薄层色谱(三氯甲烷-丙酮展开, 85:15)分离及纯化,得化合物 **7**(156 mg), **8**(83 mg), **12**(48 mg), **13**(66 mg)及 **20**(32 mg);组分 11(13.8 g), 12(23.1 g)通过 Sephadex LH-20 柱色谱(三氯甲烷-甲醇洗脱, 1:4)及高效制备薄层色谱(三氯甲烷-丙酮展开, 80:20)多次分离及纯化,得化合物 **9**(98 mg), **14**(35 mg), **15**(73 mg), **16**(59 mg)及 **17**(47 mg);组分 13(13.8 g), 14(31.6 g)通过反复 Sephadex LH-20 柱色谱(三氯甲烷-甲醇洗脱, 1:4)及高效制备薄层色谱(三氯甲烷-丙酮展开, 75:25)分离及纯化,得化合物 **1**(177 mg), **2**(159 mg), **5**(57 mg)和 **10**(88 mg);组分 15(13.8 g)通过 Sephadex LH-20 柱色谱(三氯甲烷-甲醇洗脱, 1:4)及高效制备薄层色谱(三氯甲烷-丙酮展开, 60:40)的多次分离及纯化,得化合物 **11**(73 mg), **19**(94 mg)和 **21**(213 mg)。

3 结构鉴定

化合物 **1** 白色粉末(丙酮);ESI-MS m/z 282 $[M - H]^-$; ¹H-NMR(400 MHz, DMSO-*d*₆) δ : 9.62(1H, br s, 4'-OH), 9.18(1H, br s, 4-OH), 8.07(1H, t, $J = 5.2$ Hz, NH), 7.37(2H, d, $J = 8.4$ Hz, H-2, 6), 7.29(1H, d, $J = 15.6$ Hz, H-7), 7.00(2H, d, $J = 8.4$ Hz, H-2', 6'), 6.79(2H, d, $J = 8.4$ Hz, H-3, 5), 6.68(2H, d, $J = 8.4$ Hz, H-3', 5'), 6.40(1H, d, $J = 15.6$ Hz, H-8), 3.31(2H, m, H-8'), 2.64(2H, t, $J = 7.6$ Hz, H-7')。以上波谱数据与文献[5]报道的 *N*-反式香豆酰酪胺的数据完全一致,故鉴定化合物 **1** 为 *N*-反式香豆酰酪胺。

化合物 **2** 白色粉末(丙酮);ESI-MS m/z 344 $[M + H]^+$; ¹H-NMR(400 MHz, DMSO-*d*₆) δ : 9.46(1H, br s, 3'-OH), 8.75(1H, br s, 3-OH), 7.29(1H, d, $J = 15.2$ Hz, H-7), 7.09(1H, d, $J = 2.0$ Hz, H-2), 6.97(1H, dd, $J = 8.4, 2.0$ Hz, H-6), 6.76(1H, d, $J = 8.4$ Hz, H-5), 6.74(1H, d, $J = 1.8$ Hz, H-2'), 6.66

(1H, d, $J = 8.4$ Hz, H-5'), 6.58 (1H, dd, $J = 8.4, 1.8$ Hz, H-6'), 6.42 (1H, d, $J = 15.2$ Hz, H-8), 3.91 (3H, s, OCH₃), 3.88 (3H, s, OCH₃), 3.34 (2H, m, H-8'), 2.65 (2H, t, $J = 7.2$ Hz, H-7')。基于以上波谱数据,确定化合物**2**为文献[6]报道的*N*-3-羟基-4-甲氧基苯乙基反式阿魏酸酰胺。

化合物**3** 白色针晶(丙酮); mp 216 ~ 218 °C。ESI-MS m/z 137 [M - H]⁻; ¹H-NMR (400 MHz, DMSO-*d*₆) δ: 11.16 (1H, s, 4-OH), 7.75 (2H, d, $J = 8.4$ Hz, H-2, 6), 6.67 (2H, d, $J = 8.4$ Hz, H-3, 5)。以上理化常数及波谱数据与文献[7]报道的对羟基苯甲酸的数据完全一致,故确定化合物**3**为对羟基苯甲酸。

化合物**4** 淡黄色针晶(丙酮); mp 179 ~ 182 °C。ESI-MS m/z 183 [M + H]⁺; ¹H-NMR (400 MHz, DMSO-*d*₆) δ: 10.82 (1H, s, COOH), 8.17 (1H, d, $J = 2.8$ Hz, H-5), 7.88 (1H, d, $J = 8.4$ Hz, H-2), 7.22 (1H, dd, $J = 8.4, 2.8$ Hz, H-6), 3.83 (6H, s, 3,4-OCH₃)。上述理化常数及波谱学数据与文献[8]报道的藜芦酸的数据完全一致,故确定化合物**4**为藜芦酸。

化合物**5** 白色针晶(丙酮); mp 198 ~ 200 °C。ESI-MS m/z 153 [M - H]⁻; ¹H-NMR (400 MHz, DMSO-*d*₆) δ: 9.68 (1H, s, 3-OH), 9.29 (1H, s, 4-OH), 7.33 (1H, d, $J = 1.8$ Hz, H-2), 7.28 (1H, dd, $J = 8.0, 1.8$ Hz, H-6), 6.77 (1H, d, $J = 8.0$ Hz, H-5)。基于以上理化常数以及波谱数据,确定化合物**5**为文献[9]报道的为原儿茶酸。

化合物**6** 白色粉末(丙酮); ESI-MS m/z 167 [M - H]⁻; ¹H-NMR (400 MHz, DMSO-*d*₆) δ: 7.41 (1H, d, $J = 2.0$ Hz, H-2), 7.39 (1H, d, $J = 8.4$ Hz, H-5), 6.80 (1H, dd, $J = 8.4, 2.0$ Hz, H-6), 3.76 (3H, s, OCH₃)。基于以上理化常数以及波谱数据,确定化合物**6**为文献[10]报道的3,4-二羟基苯甲酸甲酯。

化合物**7** 白色针晶(甲醇); mp 157 ~ 159 °C。ESI-MS m/z 137 [M - H]⁻; ¹H-NMR (400 MHz, DMSO-*d*₆) δ: 10.38 (1H, s, 2-OH), 7.80 (1H, dd, $J = 8.0, 2.0$ Hz, H-4), 7.51 (1H, dd, $J = 8.0, 2.0$ Hz, H-5), 6.96 (1H, t, $J = 8.0$ Hz, H-6), 6.91 (1H, t, $J = 8.0$ Hz, H-3)。以上理化常数和波谱数据与文献[11]报道的邻羟基苯甲酸的数据一致,因此确定化合物**7**为邻羟基苯甲酸。

化合物**8** 白色结晶(甲醇); mp 116 ~ 118 °C。ESI-MS m/z 165 [M - H]⁻; ¹H-NMR (400 MHz,

DMSO-*d*₆) δ: 9.12 (1H, s, 4-OH), 7.96 (2H, d, $J = 8.8$ Hz, H-2, 6), 7.87 (2H, d, $J = 8.8$ Hz, H-3, 5), 4.35 (2H, q, $J = 7.2$ Hz, H-1'), 1.42 (3H, t, $J = 7.2$ Hz, H-2')。依据以上理化常数和波谱数据,确定化合物**8**为文献[12]报道的对羟基苯甲酸乙酯。

化合物**9** 白色结晶(甲醇); mp 132 ~ 135 °C。ESI-MS m/z 181 [M - H]⁻; ¹H-NMR (400 MHz, DMSO-*d*₆) δ: 9.51 (2H, br s, 3,4-OH), 7.35 (1H, d, $J = 2.0$ Hz, H-2), 7.30 (1H, dd, $J = 8.0, 2.0$ Hz, H-6), 6.89 (1H, d, $J = 8.0$ Hz, H-5), 4.22 (2H, q, $J = 7.2$ Hz, H-1'), 1.27 (3H, t, $J = 7.2$ Hz, H-2')。以上理化常数和波谱数据与文献[13]报道的3,4-二羟基苯甲酸乙酯的数据一致,故确定化合物**9**为3,4-二羟基苯甲酸乙酯。

化合物**10** 黄色针晶(丙酮); mp 271 ~ 273 °C。ESI-MS m/z 177 [M - H]⁻; ¹H-NMR (400 MHz, DMSO-*d*₆) δ: 7.84 (1H, d, $J = 9.6$ Hz, H-4), 6.97 (1H, s, H-5), 6.74 (1H, s, H-8), 6.15 (1H, d, $J = 9.6$ Hz, H-3)。综合上述理化常数及波谱数据,确定化合物**10**为文献[14]报道的七叶内酯。

化合物**11** 黄色针晶(甲醇); mp 206 ~ 208 °C。ESI-MS m/z 255 [M - H]⁻; ¹H-NMR (400 MHz, DMSO-*d*₆) δ: 10.59 (1H, s, 7-OH), 9.42 (1H, s, 4'-OH), 7.64 (1H, d, $J = 6.8$ Hz, H-5), 7.32 (2H, d, $J = 8.0$ Hz, H-2', 6'), 6.78 (2H, d, $J = 8.0$ Hz, H-3', 5'), 6.51 (1H, dd, $J = 6.8, 1.6$ Hz, H-6), 6.33 (1H, d, $J = 1.6$ Hz, H-8), 5.44 (1H, dd, $J = 13.6, 2.0$ Hz, H-2), 3.87 (1H, dd, $J = 17.0, 13.6$ Hz, H-3a), 2.53 (1H, dd, $J = 17.0, 2.0$ Hz, H-3b)。综合以上波谱数据及理化常数,确定化合物**11**为文献[15]报道的甘草素。

化合物**12** 淡黄色无定形粉末; 甲醇中盐酸-镁粉反应呈红色。ESI-MS m/z 301 [M - H]⁻; ¹H-NMR (400 MHz, DMSO-*d*₆) δ: 12.14 (1H, s, 5-OH), 10.85 (1H, s, 7-OH), 9.14 (1H, s, 3'-OH), 6.93 (2H, m, H-2', 6'), 6.87 (1H, d, $J = 8.4$ Hz, H-5'), 5.90 (1H, d, $J = 2.0$ Hz, H-6), 5.85 (1H, d, $J = 2.0$ Hz, H-8), 5.43 (2H, dd, $J = 12.4, 2.8$ Hz, H-2), 3.77 (3H, s, OCH₃), 3.21 (1H, dd, $J = 16.8, 12.4$ Hz, H-3a), 2.70 (1H, dd, $J = 16.8, 2.8$ Hz, H-3b)。依据以上波谱数据及理化现象,鉴定化合物**12**为文献[16]报道的橙皮素。

化合物**13** 黄色针晶(甲醇); mp 247 ~ 250 °C。ESI-MS m/z 271 [M - H]⁻; ¹H-NMR

(400 MHz, DMSO- d_6) δ : 12.97 (1H, s, 5-OH), 11.78 (1H, s, 7-OH), 9.63 (1H, s, 4'-OH), 7.32 (2H, d, $J = 8.4$ Hz, H-2', 6'), 6.79 (2H, d, $J = 8.4$ Hz, H-3', 5'), 6.28 (1H, d, $J = 2.0$ Hz, H-6), 6.23 (1H, d, $J = 2.0$ Hz, H-8), 5.43 (1H, dd, $J = 12.8, 2.4$ Hz, H-2), 3.28 (1H, dd, $J = 16.8, 12.8$ Hz, H-3a), 2.76 (1H, dd, $J = 16.8, 2.4$ Hz, H-3b)。依据以上波谱数据及理化常数, 鉴定化合物 **10** 为文献[17]报道的柚皮素。

化合物 **14** 黄色针晶(丙酮); mp 268 ~ 270 °C。ESI-MS m/z 285 [M - H]⁻; ¹H-NMR (400 MHz, DMSO- d_6) δ : 13.09 (1H, s, 5-OH), 10.78 (1H, s, 7-OH), 9.90 (1H, s, 4'-OH), 9.43 (1H, s, 3'-OH), 7.42 (1H, dd, $J = 8.0, 2.0$ Hz, H-6'), 7.39 (1H, $J = 2.0$ Hz, H-2'), 6.92 (1H, d, $J = 8.0$ Hz, H-5'), 6.78 (1H, s, H-3), 6.45 (1H, d, $J = 2.0$ Hz, H-8), 6.18 (1H, d, $J = 2.0$ Hz, H-6)。基于以上波谱数据及理化常数, 确定化合物 **14** 为文献[18]报道的木犀草素。

化合物 **15** 黄色针晶(甲醇); mp 341 ~ 343 °C。ESI-MS m/z 271 [M + H]⁺; ¹H-NMR (400 MHz, DMSO- d_6) δ : 12.96 (1H, s, 5-OH), 10.52 (2H, br s, 7, 4'-OH), 7.92 (2H, d, $J = 8.8$ Hz, H-2', 6'), 6.93 (2H, d, $J = 8.8$ Hz, H-3', 5'), 6.78 (1H, s, H-3), 6.50 (1H, d, $J = 2.0$ Hz, H-8), 6.20 (1H, d, $J = 2.0$ Hz, H-6)。综合以上波谱数据及理化常数, 故确定化合物 **15** 为文献[19]报道的芹菜素。

化合物 **16** 黄色粉末(丙酮); 甲醇中盐酸-镁粉反应呈红色。ESI-MS m/z 299 [M - H]⁻; ¹H-NMR (400 MHz, DMSO- d_6) δ : 12.98 (1H, s, 5-OH), 10.73 (1H, s, 7-OH), 10.58 (1H, s, 4'-OH), 7.54 (1H, dd, $J = 7.2, 1.8$ Hz, H-6'), 7.43 (1H, d, $J = 1.8$ Hz, H-2'), 6.95 (1H, d, $J = 7.2$ Hz, H-5'), 6.90 (1H, $J = 2.0$ Hz, H-8), 6.51 (1H, $J = 2.0$ Hz, H-6), 3.87 (3H, s, OCH₃)。依据以上理化现象及波谱数据, 鉴定化合物 **16** 为文献[20]报道的柯伊利素。

化合物 **17** 黄色粉末(丙酮); ESI-MS m/z 313 [M - H]⁻; ¹H-NMR (400 MHz, DMSO- d_6) δ : 12.93 (1H, s, 5-OH), 10.16 (1H, s, 7-OH), 7.67 (1H, dd, $J = 6.8, 1.6$ Hz, H-6'), 7.56 (1H, d, $J = 1.6$ Hz, H-2'), 7.12 (1H, d, $J = 6.8$ Hz, H-5'), 6.97 (1H, s, H-3), 6.53 (1H, d, $J = 1.6$ Hz, H-8), 6.20 (1H, d, $J = 1.6$ Hz, H-6), 3.85 (6H, s, OCH₃)。综合上述理化常数和波谱数据, 确定化合物 **17** 为文献[21]报道

的5,7-二羟基-3',4'-二甲氧基黄酮。

化合物 **18** 黄色粉末(丙酮); 甲醇中盐酸-镁粉反应呈红色。ESI-MS m/z 301 [M + H]⁺; ¹H-NMR (400 MHz, DMSO- d_6) δ : 12.94 (1H, s, 5-OH), 10.82 (1H, s, 7-OH), 9.42 (1H, s, 3'-OH), 7.56 (1H, d, $J = 6.8$ Hz, H-5'), 7.43 (1H, $J = 2.0$ Hz, H-2'), 7.08 (1H, dd, $J = 6.8, 2.0$ Hz, H-6'), 7.07 (1H, s, H-3), 6.48 (1H, s, H-8), 6.22 (1H, s, H-6), 3.84 (3H, s, OCH₃)。以上理化现象及波谱数据与文献[22]报道的香叶木素的数据一致, 故鉴定化合物 **18** 为香叶木素。

化合物 **19** 淡黄色粉末(甲醇); 甲醇中盐酸-镁粉反应呈淡红色。ESI-MS m/z 255 [M + H]⁺; ¹H-NMR (400 MHz, DMSO- d_6) δ : 10.74 (1H, s, 7-OH), 9.55 (1H, s, 4'-OH), 8.28 (1H, s, H-2), 7.96 (1H, d, $J = 7.2$ Hz, H-5), 7.38 (2H, d, $J = 6.8$ Hz, H-2', 6'), 6.95 (1H, dd, $J = 7.2, 2.0$ Hz, H-6), 6.86 (1H, d, $J = 2.0$ Hz, H-8), 6.80 (2H, d, $J = 6.8$ Hz, H-3', 5')。上述理化现象及波谱数据与文献[23]报道的大豆苷元的数据一致, 因此确定化合物 **19** 为大豆苷元。

化合物 **20** 淡黄色柱状结晶(甲醇); mp 302 ~ 305 °C; 甲醇中盐酸-镁粉反应呈淡红色。ESI-MS m/z 271 [M + H]⁺; ¹H-NMR (400 MHz, DMSO- d_6) δ : 12.97 (1H, s, 5-OH), 10.95 (1H, s, 7-OH), 9.64 (1H, s, 4'-OH), 8.33 (1H, s, H-2), 7.37 (2H, d, $J = 8.4$ Hz, H-2', 6'), 6.82 (2H, d, $J = 8.4$ Hz, H-3', 5'), 6.38 (1H, d, $J = 2.0$ Hz, H-8), 6.23 (1H, d, $J = 2.0$ Hz, H-6)。综合以上波谱数据以及理化现象, 鉴定化合物 **20** 为文献[24]报道的染料木素。

化合物 **21** 白色粉末(丙酮); ESI-MS m/z 312 [M - H]⁻; ¹H-NMR (400 MHz, DMSO- d_6) δ : 9.55 (2H, br s, 4, 4'-OH), 7.97 (1H, t, $J = 5.4$ Hz, NH), 7.30 (1H, d, $J = 15.6$ Hz, H-7), 7.11 (1H, d, $J = 1.8$ Hz, H-2), 7.01 (2H, d, $J = 8.6$ Hz, H-2', 6'), 6.97 (1H, dd, $J = 8.0, 1.8$ Hz, H-6), 6.79 (1H, d, $J = 8.0$ Hz, H-5), 6.68 (2H, d, $J = 8.6$ Hz, H-3', 5'), 6.43 (1H, d, $J = 15.6$ Hz, H-8), 3.86 (3H, s, OCH₃), 3.36 (2H, m, H-8'), 2.65 (2H, t, $J = 7.6$ Hz, H-7')。 ¹³C-NMR (DMSO- d_6 , 100 MHz), 165.2 (C-9), 155.5 (C-4'), 148.1 (C-3), 147.7 (C-4), 138.8 (C-7), 129.5 (C-1), 129.4 (C-2', 6'), 126.4 (C-1'), 121.4 (C-6), 118.9 (C-8), 115.6 (C-5), 115.1 (C-3', 5'), 110.7 (C-2), 55.5 (OCH₃), 40.6 (C-7'), 34.4 (C-

8')。综合以上波谱数据,鉴定化合物 **21** 为文献 [25]报道的 *N*-反式阿魏酰基酪胺。

4 讨论

本研究通过多种色谱分离技术,对采集自新疆地区的青杞的药效物质基础进行较系统研究,共发现 21 个单体化合物,包括 3 个酰胺,7 个酚酸,1 个香豆素及 10 个黄酮,其中 20 个化合物为首次从青杞中分离得到,14 个化合物为首次从茄属植物中发现。

有实验证实,上述酚酸及酰胺类化合物具有良好的抗氧化、抗肿瘤及抑菌作用^[26],而黄酮类化合物则显示良好的抗炎及抗氧化生物活性。因此,课题在对青杞全草化学成分系统研究的同时,也首次对其药效物质基础进行了阐明。

[参考文献]

[1] 中国科学院《中国植物志》编辑委员会. 中国植物志. 第 67 卷. 第 1 分册[M]. 北京:科学出版社,1978:90.
[2] 傅立国,陈谭清,郎楷淳,等. 中国高等植物. 第 9 卷[M]. 青岛:青岛出版社,2012:468.
[3] 谢纲,段文达,陶保全,等. 青杞的化学成分研究[J]. 天然产物研究与开发,2008,20(4):627-629,643.
[4] 聂秀萍,张雷,姚芳,等. 青杞中的倍半萜类化合物[J]. 中国中药杂志,2015,40(8):1514-1517.
[5] YANG B Y, XIA Y G, CHEN D, et al. Chemical constituents from the flower of *Datural mete*[J]. Chin J Nat Med,2010,8(6):429-432.
[6] 宋坤,王洪庆,刘超,等. 土荆芥化学成分的研究[J]. 中国中药杂志,2014,39(2):254-257.
[7] 李艳茸,李春,王智民,等. 藏药甘青乌头化学成分研究(Ⅲ)[J]. 中国中药杂志,2014,39(7):1163-1167.
[8] WANG R F, YANG X W, MA C M, et al. Trollioside, a new compound from the flowers of *Trollius chinensis*[J]. J Asian Nat Prod Res,2004,6(2):139-144.
[9] 张翠,刘占云,於洪建,等. 黑豆种皮的酚酸类成分研究[J]. 中草药,2013,44(24):3440-3443.
[10] 康洁,苏现明,张鹏,等. 鸡眼藤地上部分的化学成分

研究[J]. 中药材,2017,40(1):111-113.
[11] 严启新,李萍,王迪. 鸡血藤脂溶性化学成分的研究[J]. 中国药科大学学报,2001,32(5):336.
[12] 张薇,张卫东,李廷钊,等. 毛瑞香化学成分研究[J]. 中国中药杂志,2005,30(7):513-515.
[13] 王泽宇,王丽娜,邱玲,等. 地榆中酚酸类化学成分的分离与鉴定[J]. 中国实验方剂学杂志,2017,23(8):82-85.
[14] 王国凯,林彬彬,刘欣欣,等. 木棉叶酚性成分研究[J]. 天然产物研究与开发,2012,24(3):336-338,341.
[15] 何轶,鲁静,林瑞超. 板蓝根化学成分研究[J]. 中草药,2003,34(9):777-778.
[16] 高聪,付红伟,裴月湖,等. 落花生枝叶化学成分的分离与鉴定[J]. 中国药学杂志,2016,51(14):1176-1178.
[17] 陈艳,张国刚,毛德双,等. 半边莲的化学成分研究(I)[J]. 中国药物化学杂志,2008,18(1):48-50.
[18] 王青虎,王金辉,额尔登巴格那,等. 蒙药小白蒿化学成分的研究[J]. 中草药,2009,40(10):1540-1543.
[19] 佟立今,孙立新,孙丽霞,等. 了哥王化学成分分离与鉴定[J]. 中国药物化学杂志,2015,25(1):50-53.
[20] 李增亮,张琳,田景奎,等. 乌饭树叶的化学成分研究[J]. 中国中药杂志,2008,33(18):2087-2089.
[21] 马勤阁,魏荣锐,柳文敏,等. 小蓟中黄酮类化学成分的研究[J]. 中国中药杂志,2016,41(5):868-873.
[22] 唐文照,苏东敏,庾石山,等. 少药八角果实中的黄酮类成分研究[J]. 中草药,2008,39(10):1452-1455.
[23] 郑岩,刘桦,白焱晶,等. 鸡血藤黄酮类化合物的研究[J]. 中国中药杂志,2008,33(2):152-154.
[24] 李宝强,宋启示. 大叶千斤拔根的化学成分[J]. 中草药,2009,40(2):179-182.
[25] 李媛,邱澄,张东明,等. 狭叶山黄麻化学成分研究[J]. 中国中药杂志,2004,29(3):235.
[26] 乔丽萍,傅瑜,叶兴乾,等. 酚酸生物活性研究进展[J]. 中国食品学报,2013,13(10):144-152.

[责任编辑 顾雪竹]