

葎草茎叶化学成分研究

徐博¹, 金英今², 王一涵¹, 孙娟¹, 李熙峰^{1,2*}

1. 延边大学理学院 化学系, 吉林 延吉 133002

2. 延边大学 化学生物学研究中心, 吉林 延吉 133002

摘要: 目的 研究葎草 *Humulus scandens* 茎和叶中的化学成分。方法 应用正、反相硅胶柱色谱, 半制备 HPLC 等色谱手段进行分离纯化; 根据理化性质和波谱学方法鉴定化合物的结构。结果 从葎草茎和叶甲醇提取物的醋酸乙酯萃取物中分离得到了 10 个化合物, 分别鉴定为 *N-p*-香豆酰酪胺 (1)、*N*-反式-阿魏酰基酪胺 (2)、大波斯菊苷 (3)、3, 3'-dimethoxy-4, 8'-oxyneoligna-9, 4', 7', 9'-tetraol (4)、3-hydroxy-5, 6-epoxy-7-megastigmen-9-one (5)、4, 5-dihydroblumenol (6)、东莨菪素 (7)、柑桔素 C (8)、苯乙醇-*O*-β-*D*-吡喃葡萄糖苷 (9)、3-oxo-α-ionol-β-*D*-glucopyranoside (10)。生物活性研究发现化合物 2、4、7 和 9 对 DPPH 的 IC₅₀ 分别为 0.01、3.36、10.55 和 18.15 μg/mL。结论 化合物 2、4~6、8~10 为首次从该植物中分离得到, 化合物 2、4~6、9 和 10 为首次从葎草属植物中分离得到, 化合物 2、4、7 和 9 具有较好的自由基清除活性, 可为开发抗氧化和抗老化方面的药物先导化合物提供科学依据。

关键词: 葎草; 自由基清除活性; *N*-反式-阿魏酰基酪胺; 大波斯菊苷; 东莨菪素

中图分类号: R284.1

文献标志码: A

文章编号: 0253-2670(2014)09-1228-04

DOI: 10.7501/j.issn.0253-2670.2014.09.006

Chemical constituents from stems and leaves of *Humulus scandens*

XU Bo¹, JIN Ying-jin², WANG Yi-han¹, SUN Juan¹, LI Xi-feng^{1,2}

1. Department of Chemistry, College of Science, Yanbian University, Yanji 133002, China

2. Chemical Biology Research Center, Yanbian University, Yanji 133002, China

Abstract: Objective To study the chemical constituents from the roots and stems of *Humulus scandens*. **Methods** The chromatographies on silica gel column, reverse phase column, and semi-preparative HPLC were used to isolate and purify the constituents and the structures of the compounds were elucidated on the basis of physicochemical properties and spectral data. **Results** Ten compounds were obtained from the ethyl acetate fraction of methanol extract in the roots and stems of *H. scandens* and identified as *N-p*-coumaroyltyramine (1), *N-trans*-feruloyltyramine (2), cosmosiin (3), 3, 3'-dimethoxy-4, 8'-oxyneoligna-9, 4', 7', 9'-tetraol (4), 3-hydroxy-5, 6-epoxy-7-megastigmen-9-one (5), 4, 5-dihydroblumenol (6), scopoletin (7), citruusin C (8), 2-phenylethyl-*O*-β-*D*-glucopyranoside (9), and 3-oxo-α-ionol-β-*D*-glucopyranoside (10). **Conclusion** Compounds 2, 4~6, and 8~10 are all obtained from *H. scandens* for the first time, and compounds 2, 4~6, 9, and 10 are firstly isolated from the plants of this genus. Compounds 2, 4, 7, and 9 show remarkable scavenging activity toward DPPH radical with IC₅₀ values of 0.01, 3.36, 10.55, and 18.15 μg/mL, respectively. The scientific evidence is provided for the development of anti-oxidant and anti-aging aspects of the drugs.

Key words: *Humulus scandens* (Lour.) Merr.; free radical scavenging activity; *N-trans*-feruloyltyramine; cosmosiin; scopoletin

葎草为桑科植物葎草 *Humulus scandens* (Lour.) Merr. 的干燥全草, 一年或多年生草本, 别名有拉拉秧、五爪龙、降龙草等, 始载于《唐本草》^[1]。其气微, 味淡, 性寒, 具有清热解毒、利尿通淋的功效, 内服用于肺结核潮热、肠胃炎、湿热泻痢、水肿、

感冒发热、小便不利、肾盂肾炎、急性肾炎、膀胱炎、泌尿系结石等病症; 外用可治痈疽肿毒、毒蛇咬伤、皮肤瘙痒^[2-4]等, 并有报道葎草煎剂外用对湿疹有治疗作用^[5]。葎草资源非常丰富, 分布于北半球的亚热带和温带。在我国主要分布于除青海、新

收稿日期: 2013-12-22

基金项目: 国家自然科学基金资助项目 (20962020/B0204)

作者简介: 徐博 (1988—), 女, 硕士在读, 研究方向为天然药物化学。Tel: (0433)2733495 E-mail: xubo0609@163.com

*通信作者 李熙峰, 男, 博士, 教授, 硕士生导师, 主要从事天然药物研究。Tel: (0433)2733495 E-mail: xfli@ybu.edu.cn

疆以外的东北、华北、中南、西南,以及陕西、甘肃等省、市、自治区。葎草喜阴耐湿,能适应多种土壤质地和气候条件的生态环境^[6]。为了进一步研究葎草的化学成分,本实验从葎草的茎和叶甲醇提取物的醋酸乙酯萃取物中分离得到了10个化合物,分别鉴定为 *N-p*-香豆酰酪胺 (*N-p*-coumaroyltyramine, **1**)、*N*-反式-阿魏酰基酪胺 (*N-trans*-feruloyltyramine, **2**)、大波斯菊苷 (cosmosiin, **3**)、3,3'-dimethoxy-4,8'-oxyneoligna-9,4',7',9'-tetraol (**4**)、3-hydroxy-5,6-epoxy-7-megastigmen-9-one (**5**)、4,5-dihydro-blumenol (**6**)、东莨菪素 (scopoletin, **7**)、柑桔素 C (citrusin C, **8**)、苯乙醇-*O*- β -D-吡喃葡萄糖苷 (2-phenylethyl-*O*- β -D-glucopyranoside, **9**)、3-oxo- α -ionol- β -D-glucopyranoside (**10**)。其中,化合物 **2**、**4**~**6**、**8**~**10** 为首次从该植物中分离得到,化合物 **2**、**4**~**6**、**9** 和 **10** 为首次从葎草属植物中分离得到。生物活性研究发现化合物 **2**、**4**、**7** 和 **9** 具有较好的自由基清除活性。

1 仪器与材料

Agilent1100 高效液相色谱-质谱联用仪 (美国安捷伦公司);核磁共振波谱仪 (AV-300 型,瑞士布鲁克公司);高效液相色谱仪 (LC-6A 型,日本岛津公司);柱色谱用硅胶 (100~200 目,青岛海洋化工厂);V_C (Sigma-Aldrich 公司);1,1-二苯基苦酰基苯肼 (DPPH, Sigma-Aldrich 公司);反相色谱填料 ODS-A (YMC*GEL, 日本);TLC 板 (青岛海洋化工厂, 50 mm×100 mm, 0.2~0.25 mm, G 型);甲醇、氯仿、石油醚、醋酸乙酯、二氯甲烷、均为分析纯;HPLC 用溶剂为色谱级。

中药葎草全草采于延边长白山区,经延边医药研究中心主任南极星教授鉴定为桑科植物葎草 *Humulus scandens* (Lour.) Merr.。

2 提取与分离

称取干燥的葎草茎和叶 4.0 kg,粉碎,室温条件下甲醇浸泡,超声提取 3 次,每次 30 min,滤过,收集提取液,合并 3 次提取液,浓缩干燥得提取物 350.0 g。然后将提取物加水混悬,依次用石油醚、醋酸乙酯、正丁醇依次进行反复萃取,经浓缩得到石油醚提取物 100.0 g、醋酸乙酯萃取物 6.4 g、正丁醇萃取物 20.0 g。将醋酸乙酯萃取物经硅胶柱色谱分离,以石油醚-醋酸乙酯-甲醇 (10:1:0→5:1:0→2:1:0→1:1:0→1:5:0→1:10:0→0:10:1) 进行梯度洗脱,再经 TLC 检测,合并相近

流分,得到 10 个组分 (Fr. 1~10)。将 Fr. 4~5、Fr. 7~9 经过反复硅胶柱色谱、ODS 柱色谱、半制备 HPLC 等色谱方法进行分离纯化,得到化合物 **1** (12.0 mg)、**2** (4.4 mg)、**3** (3.5 mg)、**4** (0.8 mg)、**5** (3.0 mg)、**6** (4.0 mg)、**7** (3.0 mg)、**8** (3.0 mg)、**9** (2.0 mg)、**10** (1.4 mg)。

3 结构鉴定

化合物 **1**: 白色粉末状固体;分子式 C₁₇H₁₇NO₃, ESI-MS *m/z*: 284 [M+H]⁺。¹H-NMR (300 MHz, DMSO-*d*₆) δ : 9.86 (1H, s, -OH), 9.25 (1H, s, -OH), 8.02 (1H, t, *J* = 5.0 Hz, -NH), 7.37 (2H, d, *J* = 8.4 Hz, H-2', 6'), 7.31 (1H, d, *J* = 15.7 Hz, H-8'), 7.01 (2H, d, *J* = 8.4 Hz, H-3', 5'), 6.78 (2H, d, *J* = 8.4 Hz, H-3, 5), 6.68 (2H, d, *J* = 8.4 Hz, H-2, 6), 6.39 (1H, d, *J* = 15.7 Hz, H-7'), 3.77 (1H, m, H-8), 3.27 (1H, m, H-8), 2.61 (2H, t, *J* = 7.0 Hz, H-7); ¹³C-NMR (75 MHz, DMSO-*d*₆) δ : 165.3 (C-9'), 158.8 (C-4'), 155.6 (C-4), 138.6 (C-8'), 129.6 (C-1'), 129.5 (C-3', 5'), 129.2 (C-3, 5), 125.9 (C-1), 118.7 (C-7'), 115.7 (C-2', 6'), 115.1 (C-2, 6), 40.7 (C-8), 34.4 (C-7)。以上数据与文献报道基本一致^[7], 故鉴定化合物 **1** 为 *N-p*-香豆酰酪胺。

化合物 **2**: 白色粉末状固体;分子式 C₁₈H₁₉NO₄, ESI-MS *m/z*: 314 [M+H]⁺。¹H-NMR (300 MHz, CD₃OD) δ : 7.88 (1H, d, *J* = 2.7 Hz, -NH), 7.42 (1H, d, *J* = 15.7 Hz, H-7'), 7.09 (1H, d, *J* = 1.6 Hz, H-2'), 7.04 (2H, d, *J* = 2.5 Hz, H-2, 6), 7.01 (1H, dd, *J* = 2.3, 2.1 Hz, H-6'), 6.78 (1H, d, *J* = 2.6 Hz, H-5'), 6.72 (2H, m, H-3, 5), 6.38 (1H, d, *J* = 15.7 Hz, H-8'), 3.84 (3H, m, H-10'), 3.44 (2H, m, H-8), 2.73 (2H, m, H-7); ¹³C-NMR (75 MHz, CD₃OD) δ : 169.2 (C-9'), 156.9 (C-4), 149.8 (C-3'), 149.3 (C-4'), 142.0 (C-7'), 131.3 (C-1), 130.7 (C-6, 2), 128.3 (C-1'), 123.2 (C-8'), 118.7 (C-6'), 116.5 (C-5'), 116.3 (C-3, 5), 111.5 (C-2'), 56.4 (-OCH₃), 42.6 (C-8), 35.8 (C-7)。¹H 和 ¹³C-NMR 波谱特征显示其是肉桂酰胺衍生物。2 个烯烃质子形成的 AB 自旋体系的双峰信号,分别在 δ_H 6.38 (1H, d, *J* = 15.7 Hz, H-8') 及 δ_H 7.42 (1H, d, *J* = 15.7 Hz, H-7'), 由化学位移及其耦合常数可知双键构型为反式。以上数据与文献报道基本一致^[8], 故鉴定化合物 **2** 为 *N*-反式-阿魏酰基酪胺。

化合物 **3**: 黄色固体;分子式 C₂₁H₂₀O₁₀, ESI-MS *m/z*: 431 [M-H]⁻。¹H-NMR (300 MHz, DMSO-*d*₆) δ : 7.95 (2H, d, *J* = 8.4 Hz, H-2', 6'), 6.92 (2H, d, *J* = 8.4

Hz, H-5', 3'), 6.84 (1H, d, $J = 7.8$ Hz, H-8), 6.44 (1H, s, H-6), 5.06 (1H, d, $J = 6.9$ Hz, H-1''); ^{13}C -NMR (75 MHz, DMSO- d_6) δ : 181.9 (C-4), 164.3 (C-2), 162.9 (C-7), 161.7 (C-5), 161.1 (C-4'), 156.9 (C-9), 128.6 (C-2', 6'), 120.6 (C-1'), 116.1 (C-3', 5'), 105.3 (C-10), 103.0 (C-3), 99.9 (C-1''), 99.5 (C-6), 94.8 (C-8), 77.1 (C-5''), 76.4 (C-3''), 73.1 (C-2''), 69.5 (C-4''), 60.6 (C-6''). 以上数据与文献报道基本一致^[9], 故鉴定化合物 **3** 为大波斯菊苷。

化合物 **4**: 无色油状; 分子式 $\text{C}_{20}\text{H}_{26}\text{O}_7$, ESI-MS m/z : 401 $[\text{M}+\text{Na}]^+$, 377 $[\text{M}-\text{H}]^-$ 。 ^1H -NMR (300 MHz, CD_3OD) δ : 7.03 (1H, d, $J = 1.9$ Hz, H-2'), 6.98 (1H, d, $J = 8.2$ Hz, H-5), 6.88 (1H, m, H-6'), 6.85 (1H, d, $J = 1.6$ Hz, H-2), 6.77 (1H, d, $J = 8.1$ Hz, H-5'), 6.72 (1H, dd, $J = 8.1, 2.0$ Hz, H-6), 4.91 (1H, m, H-7'), 4.20 (1H, m, H-8'), 3.87 (3H, s, 3-OCH₃), 3.83 (3H, s, 3'-OCH₃), 3.72 (1H, dd, $J = 11.8, 3.9$ Hz, H-9'a), 3.57 (2H, m, H-9), 3.46 (1H, dd, $J = 12.0, 5.1$ Hz, H-9'b), 2.63 (2H, m, H-7), 1.82 (2H, m, H-8); ^{13}C -NMR (75 MHz, CD_3OD) δ : 152.2 (C-4), 148.7 (C-3'), 148.2 (C-3), 147.8 (C-4'), 138.9 (C-1), 134.4 (C-1'), 122.6 (C-6), 121.3 (C-6'), 110.2 (C-5), 116.4 (C-5'), 114.5 (C-2), 112.3 (C-2'), 88.3 (C-8'), 74.7 (C-7'), 62.7 (C-9'), 62.4 (C-9), 57.1 (3-OCH₃), 56.9 (3'-OCH₃), 36.1 (C-8), 33.2 (C-7)。以上数据与文献报道基本一致^[10], 故鉴定化合物 **4** 为 3, 3'-dimethoxy-4, 8'-oxyneoligna-9, 4', 7', 9'-tetraol。

化合物 **5**: 无色油状; 分子式 $\text{C}_{13}\text{H}_{20}\text{O}_3$, ESI-MS m/z : 247 $[\text{M}+\text{Na}]^+$ 。 ^1H -NMR (300 MHz, CD_3OD) δ : 7.16 (1H, d, $J = 15.8$ Hz, H-7), 6.17 (1H, d, $J = 15.8$ Hz, H-8), 3.76 (1H, m, H-3), 2.32 (1H, dd, $J = 12.9, 1.7$ Hz, H-4a), 2.28 (3H, s, H-10), 1.65 (1H, dd, $J = 14.3, 9.2$ Hz, H-2a), 1.57 (1H, dd, $J = 12.9, 3.4$ Hz, H-4b), 1.28 (1H, dd, $J = 13.6, 2.8$ Hz, H-2b), 1.18 (3H, s, H-12), 1.17 (3H, s, H-13), 0.95 (3H, s, H-11); ^{13}C -NMR (75 MHz, CD_3OD) δ : 200.2 (C-9), 145.4 (C-7), 133.8 (C-8), 70.9 (C-6), 68.8 (C-5), 64.4 (C-3), 47.7 (C-2), 41.3 (C-4), 36.1 (C-1), 29.8 (C-12), 27.4 (C-10), 25.1 (C-11), 20.0 (C-13)。以上数据与文献报道基本一致^[11], 故鉴定化合物 **5** 为 3-hydroxy-5, 6-epoxy-7-megastigmen-9-one。

化合物 **6**: 无色油状; 分子式 $\text{C}_{13}\text{H}_{20}\text{O}_3$, ESI-MS m/z : 247 $[\text{M}+\text{Na}]^+$ 。 ^1H -NMR (300 MHz, CD_3OD) δ :

5.88 (1H, s, H-4), 5.80 (1H, s, H-8), 5.79 (1H, s, H-7), 4.32 (1H, m, H-9), 2.52 (1H, d, $J = 17.0$ Hz, H-2b), 2.15 (1H, d, $J = 17.0$ Hz, H-2a), 1.91 (3H, s, H-11), 1.23 (3H, d, $J = 6.4$ Hz, H-10), 1.03 (3H, s, H-11), 1.00 (3H, s, H-12); ^{13}C -NMR (75 MHz, CD_3OD) δ : 201.2 (C-3), 167.7 (C-5), 136.9 (C-8), 130.1 (C-7), 127.1 (C-4), 79.9 (C-6), 68.7 (C-9), 50.7 (C-2), 42.4 (C-1), 24.5 (C-12), 23.8 (C-10), 23.5 (C-11), 19.6 (C-13)。以上数据与文献报道基本一致^[12], 故鉴定化合物 **6** 为 4, 5-dihydroblumenol。

化合物 **7**: 淡黄色固体; 分子式 $\text{C}_{10}\text{H}_8\text{O}_4$, 紫外灯 254 nm 下显示有强烈的蓝色荧光。 ESI-MS m/z : 215 $[\text{M}+\text{Na}]^+$ 。 ^1H -NMR (300 MHz, CD_3OD) δ : 7.85 (1H, d, $J = 9.4$ Hz, H-4), 7.10 (1H, s, H-5), 6.76 (1H, s, H-8), 6.19 (1H, d, $J = 9.4$ Hz, H-3), 3.90 (3H, s, 6-OCH₃); ^{13}C -NMR (75 MHz, DMSO- d_6) δ : 160.7 (C-2), 151.6 (C-7), 149.6 (C-9), 145.4 (C-6), 144.5 (C-4), 111.4 (C-3), 110.3 (C-10), 109.5 (C-5), 102.8 (C-8), 55.9 (6-OCH₃)。以上数据与文献报道基本一致^[13], 故鉴定化合物 **7** 为东莨菪素。

化合物 **8**: 白色固体; 分子式 $\text{C}_{16}\text{H}_{22}\text{O}_7$, ESI-MS m/z : 349 $[\text{M}+\text{Na}]^+$, 675 $[2\text{M}+\text{Na}]^+$ 。 ^1H -NMR (300 MHz, CD_3OD) δ : 7.09 (1H, d, $J = 8.2$ Hz, H-6), 6.83 (1H, d, $J = 1.9$ Hz, H-3), 6.72 (1H, dd, $J = 8.2, 1.9$ Hz, H-5), 5.95 (1H, m, H-8), 5.03 (2H, m, H-9), 4.83 (1H, d, $J = 7.2$ Hz, H-1'), 3.88 (1H, dd, $J = 12.0, 1.7$ Hz, H-6'a), 3.84 (3H, s, 2-OCH₃), 3.69 (1H, dd, $J = 12.0, 5.1$ Hz, H-6'b), 3.47 (1H, m, H-2'), 3.45 (1H, m, H-5'), 3.38 (2H, m, H-3', 4'), 3.34 (1H, m, H-7); ^{13}C -NMR (75 MHz, DMSO- d_6) δ : 150.8 (C-2), 146.4 (C-1), 139.0 (C-8), 136.5 (C-4), 122.1 (C-5), 118.3 (C-6), 115.8 (C-9), 114.3 (C-3), 103.1 (C-1'), 78.2 (C-5'), 77.9 (C-3'), 74.9 (C-2'), 71.4 (C-4'), 62.5 (C-6'), 56.7 (2-OCH₃), 40.8 (C-7)。以上数据与文献报道基本一致^[14], 故鉴定化合物 **8** 为柑桔素 C。

化合物 **9**: 无色固体; 分子式 $\text{C}_{14}\text{H}_{20}\text{O}_6$, ESI-MS m/z : 307 $[\text{M}+\text{Na}]^+$ 。 ^1H -NMR (300 MHz, CD_3OD) δ : 7.16~7.28 (5H, m, H-2~6), 4.30 (1H, d, $J = 7.8$ Hz, H-1'), 4.09 (1H, m, H-8a), 3.88 (1H, dd, $J = 11.7, 1.5$ Hz, H-4'), 3.79 (1H, m, H-3'), 3.76 (1H, m, H-2'), 3.70 (1H, m, H-5'), 3.65 (1H, m, H-8b), 3.28 (1H, m, H-6'a), 3.28 (1H, m, H-6'b), 2.94 (2H, t, $J = 7.4$ Hz, H-7); ^{13}C -NMR (75 MHz, DMSO- d_6) δ : 140.1 (C-1),

130.1 (C-3, 5), 129.3 (C-2, 6), 127.2 (C-4), 104.4 (C-1'), 78.1 (C-3'), 77.9 (C-5'), 75.1 (C-2'), 71.7 (C-4'), 71.6 (C-8), 62.8 (C-6'), 37.2 (C-7)。以上数据与文献报道基本一致^[15], 故鉴定化合物**9**为苯乙醇-*O*- β -*D*-吡喃葡萄糖苷。

化合物**10**: 无色固体; 分子式 $C_{19}H_{30}O_7$, ESI-MS m/z : 393 $[M+Na]^+$, 763 $[2M+Na]^+$ 。 1H -NMR (300 MHz, CD_3OD) δ : 5.96 (1H, s, H-4), 5.76 (1H, dd, J = 15.5, 9.2 Hz, H-7), 5.59 (1H, dd, J = 15.3, 7.4 Hz, H-8), 4.48 (1H, m, H-9), 4.29 (1H, d, J = 7.5 Hz, H-1'), 3.85 (1H, dd, J = 11.7, 2.8 Hz, H-6'a), 3.63 (1H, dd, J = 11.9, 6.0 Hz, H-6'b), 3.29~3.21 (4H, m, H-2'), 2.70 (1H, d, J = 9.2 Hz, H-6), 2.48 (1H, d, J = 16.5 Hz, H-2b), 2.06 (1H, d, J = 16.7 Hz, H-2a), 1.98 (3H, d, J = 0.9 Hz, H-13), 1.29 (3H, d, J = 6.3 Hz, H-10), 1.03 (3H, s, H-11), 0.99 (3H, s, H-12); ^{13}C -NMR (75 MHz, CD_3OD) δ : 202.1 (C-3), 165.8 (C-5), 137.2 (C-8), 131.2 (C-7), 126.2 (C-4), 101.3 (C-1'), 78.4 (C-3'), 78.2 (C-5'), 74.9 (C-2'), 74.7 (C-9'), 71.7 (C-4'), 62.8 (C-6'), 56.9 (C-6), 48.1 (C-10), 37.2 (C-1), 28.0 (C-12), 27.4 (C-11), 23.9 (C-13), 22.2 (C-10)。以上数据与文献报道基本一致^[16], 故鉴定化合物**10**为 3-oxo- α -ionol- β -*D*-glucopyranoside。

4 自由基清除活性研究

将化合物样品配制成 1.0 mg/mL 的甲醇溶液, 然后将其分别稀释 10、100 倍, 向微孔板中移取 160 μ L 样品与 40 μ L DPPH (1.5×10^{-4} mol/L); 阳性参照物选用 0.1 mg/mL V_C ; 对照溶液为 160 μ L 甲醇与 40 μ L DPPH 混合液。点样完毕后在室温下反应 30 min, 用酶标仪在 520 nm 下测其吸光度, 计算其 IC_{50} 值。化合物**2**、**4**、**7**和**9**对 DPPH 的 IC_{50} 分别为 0.01、3.36、10.55 和 18.15 μ g/mL。

5 讨论

本实验从长白山区植物葎草的茎和叶中分离并鉴定了 10 个化合物。其中化合物**2**、**4**~**6**、**8**~**10**均为首次从该植物中分离得到, 同时化合物**2**、**4**~**6**、**9**和**10**是首次从葎草属植物中分离得到; 对 10 个化合物进行了自由基清除试验, 结果表明化合物**2**、**4**、**7**和**9**具有较好的自由基清除活性, 可为开发抗氧化和抗老化方面的药物先导化合物提供科学依据。

参考文献

- [1] 吴迎春, 王 跃, 张 勇, 等. 中药葎草化学成分研究 [J]. 中成药, 2012, 34(6): 1119-1122.
- [2] 尹海波, 王 颖, 郑太坤, 等. 中国葎草属植物的研究进展 [J]. 辽宁中医学院学报, 2001, 3(1): 60-61.
- [3] 李俊婕, 王晓静, 付义成. 葎草化学成分的研究 [J]. 食品与药品, 2008, 10(5): 5-7.
- [4] 陈伟光, 林 霞, 睢凤英, 等. 葎草抗结核分枝杆菌研究 [J]. 时珍国医国药, 2008, 19(1): 58-59.
- [5] 方宗国. 鲜葎草煎剂外用偶得 [J]. 基层中药杂志, 1992, 6(1): 47.
- [6] 陈再兴, 孟 舒. 葎草研究进展 [J]. 中国药事, 2011, 25(2): 175-179.
- [7] 高广春, 吴 萍, 曹洪麟, 等. 金钟藤中酚类化合物的研究 [J]. 热带亚热带植物学报, 2006, 14(3): 233-237.
- [8] Naomichi F, Michiko Y, Takeatsu K. Studies on the constituents of the stems of *Tinospora tuberculata* beumee. I. *N-trans* and *N-cis*-feruloyl tyramine and a new phenolic glucoside, Tinotuberide [J]. *Chem Pharm Bull*, 1983, 31: 156-161.
- [9] 太志刚, 杨雪琼, 蔡 乐, 等. 大瘤足蕨和镰羽瘤足蕨的化学成分研究 [J]. 天然产物研究与开发, 2009, 21(6): 970-972.
- [10] 张 涛, 朴俊虹, 袁 蕾, 等. 刺五加化学成分及自由基清除活性研究 [J]. 中草药, 2012, 43(6): 1057-1060.
- [11] 唐贵华, 张 于, 何红平, 等. 异叶三宝木叶的化学成分研究 [J]. 天然产物研究与开发, 2013, 25(7): 912-915.
- [12] Gonzalez A G, Guillermo J A, Ravelo A G, et al. 4, 5-Dihydroblumenol A, a new nor-isoprenoid from *Perrottetia multiflora* [J]. *J Nat Prod*, 1994, 57(3): 400-402.
- [13] 徐 立, 稽长久, 谭宁华, 等. 桑树活性物质东茛菪素及东茛菪苷的分离鉴定 [J]. 蚕业科学, 2008, 34(4): 593-596.
- [14] 张思巨, 王怡薇, 刘 丽, 等. 锁阳化学成分研究II [J]. 中国药学杂志, 2007, 42(13): 975-977.
- [15] Piao M S, Kim M R, Lee D G, et al. Antioxidative constituents from *Buddleia officinalis* [J]. *Arch Pharm Res*, 2003, 26(6): 453-457.
- [16] Wang M F, Shao Y, Huang T C, et al. Isolation and structural elucidation of aroma constituents bound as glycosides from Sage (*Salvia officinalis*) [J]. *J Agric Food Chem*, 1998, 24: 2509-2511.