

· 化学与分析 ·

胡颓子根的化学成分分离鉴定

邹菊英¹, 陈卫红^{1*}, 苏维², 谢瑜¹, 方磊³

(1. 湖南中医药大学第二附属医院, 长沙 410005; 2. 湖南中医药大学, 长沙 410208;
3. 湖南省药品检验研究院, 长沙 410001)

[摘要] 目的: 对胡颓子根的乙酸乙酯部位进行系统的化学成分研究。方法: 将胡颓子根乙醇提取物经石油醚、乙酸乙酯、正丁醇依次萃取, 得到其石油醚部位、乙酸乙酯部位和正丁醇部位。对乙酸乙酯部位通过硅胶柱色谱和 LH-20 羟丙基葡聚糖凝胶 (Sephadex LH-20) 柱进行化学成分的分离纯化, 应用薄层色谱跟踪检测, 结合重结晶技术, 分离得到单体化合物, 根据化合物的理化性质和核磁共振、质谱等波谱技术对化合物的化学结构进行鉴定。结果: 从中分离出 13 个化合物, 分别鉴定为熊果酸 (ursolic acid) (1), 胡萝卜苷 (daucosterol) (2), 槲皮素 (quercetin) (3), 山柰酚 (kaempferol) (4), β -谷甾醇 (β -sitosterol) (5), 没食子酸 (gallic acid) (6), 没食子酸乙酯 (ethyl gallate) (7), 齐墩果酸 (oleanolic acid) (8), 豆甾醇 (stigmasterol) (9), 对羟基苯乙酸 (hydroxyphenylacetic acid) (10), 对羟基苯甲酸 (hydroxybenzoic acid) (11), 柚皮素 (naringenin) (12), 山柰酚-3-O- β -D-葡萄糖苷 (kaempferol 3-O- β -D-glucopyranoside) (13)。结论: 化合物 1~13 均为首次从该植物中分离得到。

[关键词] 胡颓子; 化学成分; 三萜; 黄酮

[中图分类号] R284.2; R22; R2-03; R931.6 **[文献标识码]** A **[文章编号]** 1005-9903(2018)09-0059-05

[doi] 10.13422/j.cnki.syfjx.20180611

[网络出版地址] <http://kns.cnki.net/kcms/detail/11.3495.R.20171226.1418.026.html>

[网络出版时间] 2017-12-27 13:49

Chemical Constituents from Roots of *Elaeagnus pungens*

ZOU Ju-ying¹, CHEN Wei-hong^{1*}, SU Wei², XIE Yu¹, FANG Lei³

(1. The Second Affiliated Hospital of Hunan University of Chinese Medicine, Changsha 410005, China;
2. Hunan University of Chinese Medicine, Changsha 410208, China;
3. Hunan Institute for Drug Control, Changsha 410001, China)

[Abstract] **Objective:** To study the chemical constituents of the ethyl acetate extract from the roots of *Elaeagnus pungens*. **Method:** The ethanol extract from the roots of *E. pungens* were partitioned with petroleum ether, ethyl acetate and *n*-butanol. The compounds from ethyl acetate extract were separated by silica gel chromatography, sephadex LH-20. Their structures were elucidated by spectral data and physicochemical properties. **Result:** Thirteen compounds, namely ursolic acid (1), daucosterol (2), quercetin (3), kaempferol (4), β -sitosterol (5), gallic acid (6), ethyl gallate (7), oleanolic acid (8), stigmasterol (9), hydroxyphenylacetic acid (10), hydroxybenzoic acid (11), naringenin (12) and kaempferol 3-O- β -D-glucopyranoside (13) were isolated and identified. **Conclusion:** Compounds 1-13 were isolated from this plant for the first time.

[Key words] *Elaeagnus pungens*; chemical constituent; triterpenoids; flavonoids

[收稿日期] 20170824(007)

[基金项目] 湖南省中医药科研计划项目(201672)

[第一作者] 邹菊英, 硕士, 主管药师, 从事中药化学成分及质量标准化研究, Tel:0731-84917918, E-mail: 418328009@qq.com

[通信作者] * 陈卫红, 主任药师, 从事中药研究与开发工作, Tel:0731-84917918, E-mail: 1041164695@qq.com

胡颓子植物为常绿直立灌木,主要分布湖南、湖北、江苏、浙江、福建、安徽、江西等地,胡颓子根收载于《湖南省中药饮片炮制规范》和《湖南药物志》,具有祛风除湿、止咳平喘、活血止血、解毒敛疮的功效,主要用于关节痛、跌打损伤、吐血、咯血、水肿、黄疸、咽喉肿痛等^[1-2]。胡颓子根在民间有着丰富的药用价值^[1-4],在中药典籍也有记载,《湖南药物志》以胡颓子根为君药水煎浓治慢性骨髓炎;《湖南药物志》和《福建民间草药》都有记载治疗风湿痛的验方;《浙江民间草药》载胡颓子根五至八钱,水煎服能利湿,治黄疸;《福建民间草药》载用胡颓子根三至五两,益母草等,水煎至半碗,加些红糖温服可治产后浮肿;苏医《中草药手册》载用胡颓子根适量,煎洗治皮肤湿疹。胡颓子根在湖南中医药大学第二附属医院作为骨伤科常用药,已使用多年,临床主要用于抗炎治疗,疗效确切。近几年对胡颓子属植物相关的现代药理和化学成分研究逐渐增多。LIAO等^[5]在福建胡颓子叶中发现具有抗炎活性的化学成分。黄丽杰所在课题组对胡颓子叶进行了系统的药理作用和化学成分的初步研究^[6-8]。肖本见等^[9]证明了富硒叶胡颓子根皮具有抗炎镇痛的药理作用。娄方明等^[10]对长叶胡颓子根茎进行了成分研究。但对于胡颓子根的研究主要集中在生药学、分布学等方面^[11-12],化学成分和药理试验研究甚少,只有杨敏等^[13]对不同产地胡颓子根的三萜苷元进行了含量测定,初步体现产地与该药三萜苷元成分的相关性。为了进一步研究胡颓子根的活性成分,阐明其药效物质基础,本文首次对胡颓子根的乙醇提取物进行了系统的化学成分研究,采用硅胶柱色谱和 LH-20 羟丙基葡聚糖凝胶(Sephadex LH-20)柱分离纯化,通过理化性质,¹H-NMR 和¹³C-NMR 等鉴定分析得到 13 个化合物。

1 材料

Bruker AV 400 型核磁共振仪(德国布鲁克公司);1200 型高效液相色谱仪(美国 Agilent 公司);薄层色谱硅胶和柱色谱用硅胶(青岛海洋化工厂);RE-52AA 型旋转蒸发器(上海亚荣生化仪器厂);所用的试剂为分析纯或色谱纯。饮片购自湖南三湘医药有限公司,由湖南省药品检验研究院方石林教授鉴定为胡颓子科植物胡颓子 *Elaeagnus pungens* 的干燥根。

2 提取与分离

取胡颓子根饮片 20 kg,粉碎,用 95% 乙醇回流提取 2 次,每次提取 2 h,过滤,合并滤液,浓缩得到

浸膏。将浸膏混悬,依次用石油醚(60~90℃),乙酸乙酯,正丁醇萃取,并减压浓缩,取乙酸乙酯萃取物(108.6 g)进行硅胶柱色谱,用石油醚-乙酸乙酯(100:0~0:100)进行梯度洗脱,500 mL 为一流分进行收集,共得流分 45 个,其中 9~16 流分有析出物,过滤,重结晶得到化合物 **9**(19 mg),其余流分经 TLC 检验合并相同流分,得到 A~D 4 个部分。A 部分经硅胶色谱柱石油醚-乙酸乙酯(10:1~1:1)梯度洗脱得到 5 个亚组分(A1~A5),亚组分 A2 和 A3 分别重结晶得化合物 **5**(7 mg)和 **8**(14 mg),亚组分 A5 过硅胶色谱柱,以(三氯甲烷-甲醇 9:1~1:1)洗脱,同时经多次 Sephadex LH-20(三氯甲烷-甲醇 1:1)纯化,得到化合物 **10**(8 mg),**11**(5 mg)。B 部分上硅胶色谱柱,以三氯甲烷-甲醇(50:1~0:1)梯度洗脱得到 6 个亚组分(B1~B6),亚组分 B3 经 Sephadex LH-20(30%~100% 甲醇)以及反复硅胶柱色谱得化合物 **1**(9 mg),**3**(10 mg)和 **12**(11 mg),亚组分 B5 重结晶后经多次 Sephadex LH-20 甲醇洗脱纯化得到化合物 **6**(12 mg)和 **7**(9 mg)。C 部分经硅胶柱色谱(三氯甲烷-甲醇 7:3~4:6)洗脱,得 15 个流分,C.2~C.8 和 C.10~C.11 分别重结晶得到化合物 **2**(16 mg),**4**(7 mg),C.12~C.15 经 Sephadex LH-20 甲醇纯化得化合物 **13**(8 mg)。

3 结构鉴定

化合物 **1** 无色针晶(乙醇),Liebermann-Burchard 反应阳性,mp 282~284℃。ESI-MS m/z 457 [M+H]⁺。¹H-NMR(500 MHz, C₅D₅N) δ: 3.35(1H, m, H-3), 5.18(1H, m, H-12), 7 个 CH₃ 氢信号(1.28, 1.20, 1.06, 1.01, 0.97, 0.92, 0.89, 3H × 7, s);¹³C-NMR(150 MHz, DMSO-*d*₆) δ: 38.4(C-1), 27.0(C-2), 78.9(C-3), 38.0(C-4), 55.4(C-5), 18.6(C-6), 33.1(C-7), 39.8(C-8), 48.0(C-9), 37.6(C-10), 23.4(C-11), 125.9(C-12), 138.8(C-13), 42.8(C-14), 28.2(C-15), 24.0(C-16), 47.8(C-17), 52.8(C-18), 38.8(C-19), 38.8(C-20), 31.1(C-21), 36.2(C-22), 28.2(C-23), 16.1(C-24), 15.9(C-25), 16.9(C-26), 23.7(C-27), 178.6(C-28), 17.2(C-29), 20.8(C-30)。以上数据与文献[14]一致,鉴定该化合物为熊果酸。

化合物 **2** 白色粉末, Liebermann-Burchard 反应阳性, Molish 反应阳性。与胡萝卜苷对照品混合共熔,熔点未下降,薄层色谱检测显示 R_f 值、斑点颜色一致,故该化合物鉴定为胡萝卜苷。

化合物 **3** 黄色粉末, Mg-HCl 反应阳性, Molish

反应阴性。ESI-MS m/z 303 $[M + H]^+$ 。¹H-NMR (400 MHz, DMSO- d_6) δ : 12.50 (1H, s, 5-OH), 10.78 (1H, s, 7-OH), 9.30 (1H, s, 4'-OH), 9.33 (1H, s, 3-OH), 9.56 (1H, s, 3'-OH), 7.69 (1H, d, $J = 2.0$ Hz, H-2'), 7.68 (1H, dd, $J = 8.5, 1.8$ Hz, H-6'), 6.90 (1H, d, $J = 8.5$ Hz, H-5'), 6.46 (1H, d, $J = 2.0$ Hz, H-8), 6.20 (1H, d, $J = 2.0$ Hz, H-6)。¹³C-NMR (100 MHz, DMSO- d_6) δ : 176.2 (C-4), 163.6 (C-7), 160.9 (C-9), 156.3 (C-5), 145.0 (C-3'), 146.7 (C-2), 146.2 (C-4'), 135.5 (C-3), 121.8 (C-1'), 120.0 (C-6'), 114.5 (C-2'), 115.5 (C-5'), 102.7 (C-10), 98.4 (C-6), 93.9 (C-8)。以上数据与文献[15-16]报道的槲皮素数据基本一致,且与槲皮素对照品混合熔点不下降,薄层色谱显示 Rf 值、斑点颜色一致,鉴定该化合物为槲皮素。

化合物4 黄色粉末, mp 276 ~ 278 °C。ESI-MS m/z 285 $[M - H]^-$ 。¹H-NMR (400 MHz, DMSO- d_6) δ : 12.49 (1H, s, 5-OH), 10.75 (1H, s, 7-OH), 10.08 (1H, s, 4'-OH), 9.40 (1H, s, 3-OH), 6.19 (1H, d, $J = 1.8$ Hz, H-6), 6.45 (1H, d, $J = 1.8$ Hz, H-8), 8.05 (2H, d, $J = 8.4$ Hz, H-2', 6'), 6.93 (2H, d, $J = 8.4$ Hz, H-3', 5'); ¹³C-NMR (150 MHz, DMSO- d_6) δ : 147.0 (C-2), 136.1 (C-3), 176.2 (C-4), 160.0 (C-5), 98.9 (C-6), 164.5 (C-7), 93.7 (C-8), 156.2 (C-9), 103.8 (C-10), 122.1 (C-1'), 129.8 (C-2'), 115.9 (C-3'), 148.2 (C-4'), 115.9 (C-5'), 129.6 (C-6')。以上数据与文献[17]一致,鉴定该化合物为山柰酚。

化合物5 无色针晶, 10% 硫酸-乙醇溶液呈紫红色, Libermann-Burchard 呈阳性反应。与 β -谷甾醇对照, 不同溶剂系统展开, 薄层色谱的 Rf 值及显色情况一致, 混合熔点不下降, 故鉴定为 β -谷甾醇。

化合物6 无色针晶, mp 238.8 ~ 240.0 °C。ESI-MS m/z 169 $[M - H]^-$ 。¹H-NMR (500 MHz, CD₃OD) δ : 12.30 (1H, s, COOH), 9.27 (2H, s, 3, 5-OH), 8.90 (1H, s, 4-OH), 7.05 (2H, s, H-2, 6); ¹³C-NMR (100 MHz, CD₃OD) δ : 170.46 (C-7), 145.9 (C-3, 5), 138.6 (C-4), 110.0 (C-2, 6), 121.8 (C-1)。以上数据与文献报道[18]基本一致, 鉴定化合物6为没食子酸。

化合物7 白色结晶。ESI-MS m/z 197 $[M - H]^-$ 。¹H-NMR (400 MHz, CD₃OD) δ : 7.05 (2H, s, H-2, 6), 4.24 (2H, q, $J = 7.1$ Hz, H-8), 1.30 (3H, t, $J =$

7.1 Hz, H-9); ¹³C-NMR (100 MHz, CD₃OD) δ : 168.9 (C-7), 146.0 (C-3, 5), 138.9 (C-4), 110.0 (C-2, 6), 121.9 (C-1), 60.9 (C-8), 14.6 (C-9)。以上数据与文献报道[18]基本一致, 鉴定化合物7为没食子酸乙酯。

化合物8 白色粉末, 10% 硫酸-乙醇显色成紫色。ESI-MS m/z 455 $[M - H]^-$ 。¹H-NMR (500 MHz, CDCl₃) δ : 5.25 (1H, s, H-12), 3.22 (1H, m, H-3), 0.86 (3H, s), 0.90 (3H, s), 0.92 (3H, s), 0.95 (3H, s), 0.96 (3H, s), 1.02 (3H, s), 1.07 (3H, s); ¹³C-NMR (150 MHz, CDCl₃) δ : 38.5 (C-1), 27.0 (C-2), 78.7 (C-3), 38.9 (C-4), 55.3 (C-5), 18.3 (C-6), 32.6 (C-7), 39.3 (C-8), 47.6 (C-9), 36.9 (C-10), 23.0 (C-11), 122.2 (C-12), 143.7 (C-13), 41.8 (C-14), 27.8 (C-15), 23.6 (C-16), 46.7 (C-17), 41.3 (C-18), 45.9 (C-19), 31.0 (C-20), 33.6 (C-21), 32.4 (C-22), 28.0 (C-23), 15.5 (C-24), 15.3 (C-25), 16.6 (C-26), 25.9 (C-27), 180.9 (C-28), 32.6 (C-29), 23.2 (C-30)。以上数据与文献[19]一致, 鉴定该化合物为齐墩果酸。

化合物9 白色针晶, Libermann-Burchard 呈阳性反应。ESI-MS m/z 413 $[M + H]^+$ 。¹H-NMR (400 MHz, CDCl₃) δ : 5.35 (1H, d, $J = 5.0$ Hz, H-6), 3.52 (1H, m, H-3), 5.15 (1H, dd, $J = 15.2, 8.7$ Hz, H-22), 5.03 (1H, dd, $J = 15.2, 8.7$ Hz, H-23), 0.68 (3H, s, H-18), 1.02 (3H, s, H-19), 1.03 (3H, d, $J = 8.7$ Hz, H-21), 0.80 (3H, d, $J = 7.0$ Hz, H-26), 0.83 (3H, d, $J = 8.1$ Hz, H-29), 0.86 (3H, d, $J = 7.2$ Hz, H-27); ¹³C-NMR (100 MHz, CDCl₃) δ : 37.3 (C-1), 31.9 (C-2), 71.8 (C-3), 42.4 (C-4), 140.7 (C-5), 121.7 (C-6), 31.9 (C-7), 31.9 (C-8), 50.2 (C-9), 36.5 (C-10), 21.2 (C-11), 39.8 (C-12), 42.3 (C-13), 56.8 (C-14), 24.3 (C-15), 28.6 (C-16), 56.0 (C-17), 12.0 (C-18), 19.4 (C-19), 40.5 (C-20), 21.3 (C-21), 138.3 (C-22), 129.3 (C-23), 51.3 (C-24), 31.8 (C-25), 21.0 (C-26), 19.0 (C-27), 25.4 (C-28), 12.3 (C-29)。以上数据与文献[20]一致, 鉴定该化合物为豆甾醇。

化合物10 白色针晶。ESI-MS m/z 151 $[M - H]^-$ 。¹H-NMR (400 MHz, DMSO- d_6) δ : 12.16 (1H, s, COOH), 9.27 (1H, s, OH), 6.75 (2H, d, $J = 8.5$ Hz, H-3, 5), 7.10 (2H, d, $J = 8.5$ Hz, H-2, 6), 3.47 (2H, s, H-7); ¹³C-NMR (100 MHz, DMSO- d_6) δ : 174.5 (C-8), 155.7 (C-4), 130.4 (C-2, 6), 125.6 (C-

1), 114.4 (C-3, 5), 39.8 (C-7)。以上数据与文献[21]对照一致, 鉴定为对羟基苯乙酸。

化合物 11 白色针晶。ESI-MS m/z 137 [M - H]⁻。¹H-NMR (500 MHz, CD₃OD) δ : 7.88 (2H, d, $J = 8.5$ Hz, H-2, 6), 6.81 (2H, d, $J = 8.5$ Hz, H-3, 5); ¹³C-NMR (125 MHz, CD₃OD) δ : 170.1 (C-7), 163.4 (C-4), 133.0 (C-2, 6), 122.8 (C-1), 116.0 (C-3, 5)。以上数据与文献[18]对照一致, 鉴定为对羟基苯甲酸。

化合物 12 淡黄色粉末。ESI-MS m/z 271 [M - H]⁻。¹H-NMR (400 MHz, CD₃OD) δ : 12.09 (1H, s, 5-OH), 9.53 (1H, s, 4'-OH), 10.36 (1H, s, 7-OH), 7.40 (2H, dd, $J = 8.4, 3.0$ Hz, H-2', 6'), 6.89 (2H, dd, $J = 8.4, 3.0$ Hz, H-3', 5'), 5.95 (2H, br s, H-6, 8), 5.44 (1H, dd, $J = 12.6, 3.0$ Hz, H-2), 3.20 (1H, dd, $J = 17.0, 12.6$ Hz, H-3a), 2.72 (1H, dd, $J = 17.0, 3.0$ Hz, H-3b)。¹³C-NMR (125 MHz, DMSO- d_6) δ : 79.6 (C-2), 44.01 (C-3), 197.0 (C-4), 165.4 (C-5), 103.3 (C-10), 96.8 (C-6), 167.3 (C-7), 95.6 (C-8), 164.3 (C-9), 130.4 (C-1'), 129.0 (C-2', 6'), 116.0 (C-3', 5'), 159.0 (C-4')。根据以上数据并结合文献[15, 19, 22]报道, 确定该化合物为柚皮素。

化合物 13 黄色粉末。ESI-MS m/z 449 [M + H]⁺。¹H-NMR (400 MHz, DMSO- d_6) δ : 6.25 (1H, d, $J = 1.8$ Hz, H-6), 6.46 (1H, d, $J = 1.8$ Hz, H-8), 8.06 (2H, d, $J = 9.0$ Hz, H-2', 6'), 6.92 (2H, d, $J = 9.0$ Hz, H-3', 5'), 12.58 (1H, s, 5-OH), 10.84 (1H, br s, 7-OH), 10.17 (1H, s, 4'-OH), 5.47 (1H, d, $J = 7.2$ Hz, Glc-1''), 3.06 ~ 3.65 (6H, m, Glc-H); ¹³C-NMR (125 MHz, DMSO- d_6) δ : 156.6 (C-2), 133.5 (C-3), 177.6 (C-4), 161.5 (C-5), 98.6 (C-6), 165.0 (C-7), 93.9 (C-8), 156.7 (C-9), 104.0 (C-10), 121.3 (C-1'), 131.3 (C-2'), 115.5 (C-3'), 160.3 (C-4'), 115.5 (C-5'), 131.3 (C-6'), 101.1 (C-1''), 74.4 (C-2''), 76.5 (C-3''), 70.2 (C-4''), 77.6 (C-5''), 61.0 (C-6'')。以上数据与文献[19]报道一致, 鉴定该化合物为山柰酚-3-O- β -D-葡萄糖苷。

4 讨论

本文从胡颓子根中分离得到 13 个单体化合物, 化合物主要为黄酮和萜类。分离得到的 13 个化合物中槲皮素(3), 山柰酚(4)和柚皮素(12)都具有很好的抗炎、抗菌等作用^[23-28], 可以为后续研究胡颓子根的药理、药效作用提供化学物质基础, 并为其进一步全面的合理开发利用与质量标准的制定提供

科学依据。

[参考文献]

- [1] 湖南省食品药品监督管理局. 湖南省中药饮片片炮制规范[M]. 长沙: 湖南科学技术出版社, 2010: 54.
- [2] 蔡光先, 卜献春, 陈立峰, 等. 湖南药物志. 第四卷[M]. 长沙: 湖南科学技术出版社, 2004: 3023.
- [3] 南京中医药大学. 中药大辞典[M]. 2版. 上海: 上海科学技术出版社, 2006: 3245.
- [4] 《浙江药用植物志》编写组. 浙江药用植物志[M]. 杭州: 浙江科学技术出版社, 1980: 861-862.
- [5] LIAO C, Ho Y, HUANG G J, et al. One lignanoid compound and four triterpenoid compounds with anti-inflammatory activity from the leaves of *Elaeagnus oldhamii* Maxim. [J]. *Molecules*, 2013, 18(11): 13218-13227.
- [6] 黄丽杰, 刘伟, 崔永霞. 胡颓子叶化学成分的研究[J]. *中成药*, 2015, 37(4): 796-800.
- [7] 李广胜, 鲁光华, 陈宁, 等. 胡颓子叶不同提取物药理活性的比较研究[J]. *中国药理学通报*, 2014, 30(8): 1181-1183.
- [8] 黄丽杰, 崔永霞, 刘伟, 等. HPLC 法同时测定胡颓子叶中槲皮素和山柰酚[J]. *中成药*, 2015, 37(6): 1302-1305.
- [9] 肖本见, 谭志鑫, 李玉山. 富硒长叶胡颓子根皮抗炎镇痛作用的实验研究[J]. *时珍国医国药*, 2005, 16(4): 315-316.
- [10] 娄方明, 杨娟, 白志川, 等. 长叶胡颓子根茎化学成分研究[J]. *中国中药杂志*, 2006, 31(12): 988-989.
- [11] 彭国全, 季梦成. 江西胡颓子属植物资源及开发利用研究[J]. *江西农业大学学报*, 2004, 26(1): 63-68.
- [12] 彭诚. 胡颓子苗木的年生长期规律初探[J]. *安徽农业科学*, 2010, 38(26): 14308-14309.
- [13] 杨敏, 张春风, 杨中林. HPLC 法测定不同产地胡颓子根中三萜昔元的含量[J]. *中医药学报*, 2012, 40(3): 91-93.
- [14] 魏娜, 王勇, 李佩佩, 等. 黎药角花胡颓子乙酸乙酯萃取部位的化学成分[J]. *中国实验方剂学杂志*, 2011, 17(21): 118-120.
- [15] 赵杰, 吴繁荣, 韩续, 等. 泽漆化学成分研究[J]. *安徽医科大学学报*, 2016, 51(3): 383-388.
- [16] 庞素秋, 王国权, 孙爱静. 构树果实化学成分的分离与鉴定[J]. *中国药房*, 2016, 27(31): 4384-4387.
- [17] 荆文光, 王智民, 赵叶, 等. 芸薹子化学成分研究[J]. *中国中药杂志*, 2014, 39(13): 2521-2525.
- [18] 张艳军, 聂辉, 周德雄, 等. 桂野桐化学成分的研究[J]. *中草药*, 2017, 48(11): 2172-2176.
- [19] 尹伟, 宋祖荣, 刘金旗, 等. 桂花的化学成分研究[J].

- 中国中药杂志,2015,40(4):679-685.
- [20] 钟林静,林小燕,黄明玉,等. 大头艾纳香化学成分的研究[J]. 天然产物研究与开发,2012,24(9):1206-1209.
- [21] 王晓仙,张红,胡丽霞,等. 红毛悬钩子根的化学成分研究[J]. 中国药师,2015,18(6):913-915.
- [22] 王凌天,孙忠浩,钟明亮,等. 风轮菜酚酸类化学成分研究[J]. 中国中药杂志,2017,42(13):2510-2517.
- [23] 程丽艳,郑晓亮,史红. 槲皮素对非细菌性前列腺炎治疗作用的实验研究[J]. 中国临床药理学与治疗学,2008,13(6):648-653.
- [24] 秦晓蓉,张铭金,高绪娜,等. 槲皮素抗菌活性的研究[J]. 化学与生物工程,2009,26(4):55-57,78.
- [25] XU H X, LEE S F. Activity of plant flavonoids against antibiotic-resistant bacteria[J]. *Phytother Res*,2001,15(1):39-43.
- [26] Panico A M, Cardile V, Garufi F, et al. Protective effect of *Capparis spinosa* on chondrocytes[J]. *Life Sci*,2005,77(20):2479-2488.
- [27] ZHANG Y, WANG JF, DONG J, et al. Inhibition of α -toxin production by subinhibitory concentrations of naringenin controls *Staphylococcus aureus* pneumonia [J]. *Fitoterapia*,2013,86(4):92-99.
- [28] CHEN Y, WU H, NIE Y C, et al. Mucoactive effects of naringin in lipopolysaccharide-induced acute lung injury mice and beagle dogs[J]. *Environ Toxicol Pharmacol*,2014,38(1):279-287.

[责任编辑 顾雪竹]