

· 基础研究 ·

黑果枸杞酚性成分研究[△]程礼芝^{1,2a}, 郭平霞^{3a}, 戴伟峰³, 晏永明², 刘宝华⁴, 王淑美¹, 程永现^{2,3*}

(1. 广东药科大学, 广东 广州 510006; 2. 深圳大学 医学部 药学院, 广东 深圳 518060;

3. 中国科学院 昆明植物研究所 植物化学与西部植物资源持续利用国家重点实验室, 云南 昆明 650201;

4. 深圳大学 医学部 生物化学与分子生物学系, 广东 深圳 518060)

[摘要] 目的: 研究黑果枸杞酚性成分。方法: 采用多种色谱法分离纯化其化合物, 并借助谱学方法鉴定其化学结构。结果: 从中分离得到14个化合物, 分别命名为榕醛(1)、4, 6-二羟基苯甲酸甲酯-2-*O*- β -D-葡萄糖苷(2)、马栗树皮素(3)、对羟基肉桂酸葡萄糖酯(4)、反式阿魏酸(5)、反式咖啡酸(6)、对甲氧基肉桂酸(7)、对羟基肉桂酸(8)、二氢阿魏酸甲酯(9)、香草酸(10)、原儿茶酸(11)、对羟基苯甲酸(12)、原儿茶醛(13)和(*E*)-2-丁烯二酸单甲酯(14)。结论: 化合物1~4、7、9和14为首次从黑果枸杞中分离得到, 对化合物1和2测试了Sirtuin 1 (SIRT1)和Sirtuin 6 (SIRT6)的活性。

[关键词] 黑果枸杞; 酚性成分; SIRT1; SIRT6

Phenolic Compounds from *Lycium ruthenicum*CHENG Li-zhi^{1,2a}, GUO Ping-xia^{3a}, DAI Wei-feng³, YAN Yong-ming², LIU Bao-hua⁴, WANG Shu-mei¹, CHENG Yong-xian^{2,3*}

(1. Guangdong Pharmaceutical University, Guangzhou 518060, China;

2. School of Pharmaceutical Sciences, Health Science Center, Shenzhen University, Shenzhen 518060, China;

3. State Key Laboratory of Phytochemistry and Plant Resources in West China, Kunming Institute of Botany, Chinese Academy of Sciences, Kunming 650201, China;

4. Department of Biochemistry and Molecular Biology, Health Science Center, Shenzhen University, Shenzhen 518060, China)

[Abstract] **Objective:** To study phenolic compounds from the fruits of *Lycium ruthenicum* Murr. **Methods:** Compounds were isolated by using column chromatography and their structures were elucidated by spectroscopic methods. **Results:** Fourteen compounds isolated from *L. ruthenicum* were identified as ficusal (1), methyl 2-*O*- β -D-glucopyranosyl-2, 4, 6-trihydroxybenzoate (2), esculetin (3), *p*-coumaric acid glucosyl ester (4), *trans*-ferulic acid (5), *trans*-caffeic acid (6), (*E*)-4-methoxycinnamic acid (7), 4-hydroxycinnamate (8), dihydroferulic acid methyl ester (9), vanillic acid (10), protocatechuic acid (11), 4-hydroxybenzoic acid (12), protocatechuic aldehyde (13), and (*E*)-but-2-enedioic acid monomethyl ester (14), respectively. **Conclusion:** Compounds 1-4, 7, 9, and 14 were isolated from the title species for the first time. In addition, the activities of compounds 1 and 2 towards SIRT1 and SIRT6 were tested.

[Keywords] *Lycium ruthenicum*; phenolic compounds; SIRT1; SIRT6

doi:10.13313/j.issn.1673-4890.20170901006

黑果枸杞 *Lycium ruthenicum* Murr. 为茄科枸杞属多年生灌木, 简称黑枸杞, 果实黑色, 是一种药食两用植物, 在我国主要分布于西北地区, 尤以青海产的质量最优。藏药称黑果枸杞为“旁玛”, 其味甘、性平, 清心热, 用于治疗心热病、心脏病、月

经异常、停经等病症, 民间常生食或榨汁做饮料, 具有滋补强壮、明目及降血压作用^[1-2]。现代药理研究表明, 黑果枸杞具有抗氧化、抗衰老、提高免疫力等作用^[2-5]。其化学成分研究比较薄弱, 已有研究主要集中于花色苷、原花青素、生物碱类和酚性化

[△] [基金项目] 国家杰出青年科学基金(81525026)

* [通信作者] 程永现, 教授, 研究方向: 中药药效物质; E-mail: yxcheng@mail.kib.ac.cn

^a共同第一作者

合物^[2-8]。黑果枸杞含有丰富的维生素、矿物质等营养成分,其原花青素含量很高,是目前发现的天然野生果实中花青素含量最高的植物,原花青素具有很好的清除自由基和抗氧化作用,因此黑果枸杞近年来在保健品开发市场异常活跃^[9],逐渐被公众所熟知,其价格也是不断上涨。由于野生资源的匮乏,人工栽培种植也逐渐成规模,这为充分利用这一天然资源提供了保障。鉴于此,本研究主要对黑果枸杞物质基础进行研究,从中共分离鉴定化合物 **14** 个,其中化合物 **1**~**4**、**7**、**9** 和 **14** 为首次从该植物中分离得到,并对化合物 **1** 和 **2** 进行了抗衰老相关因子 SIRT1 和 SIRT6 的体外活性测试。

1 仪器与材料

薄层色谱硅胶 GF₂₅₄ (青岛海洋化工厂); MCI gel CHP 20P (75~150 μm , 日本三菱公司); Sephadex LH-20 (25~100 μm , Pharmacia 公司); RP-18 (40~63 μm , 日本 Daiso); 北京创新通恒 LC3000 型 HPLC 和 Agilent 1200 型 HPLC, 半制备色谱柱为 Agilent Zorbax SB-C₁₈ (250 mm $\times$ 9.4 mm, 5 μm) 和 YMC-Pack-ODS-A (250 mm $\times$ 10 mm, 5 μm); Bruker Avance III 400 MHz、500 MHz 和 Bruker Avance 600 MHz 核磁共振仪 (TMS 为内标); Xevo TQ-S 超高压液相色谱三重四级杆串联质谱联用仪; PerkinElmer En-Spire 型多通道酶标仪; SIRT1 Fluorometric Drug Discovery Kit (Enzo 公司); CycLex SIRT6 Deacetylase Fluorometric Assay Kit (MEDICAL & BIOLOGICAL LABORATORIES, MBL 公司)。

黑果枸杞样品由青海大可生物科技有限公司提供,经云南省药物研究所高级工程师邱斌鉴定为黑果枸杞 *Lycium ruthenicum* Murr. 的干燥果实,凭证标本(编号:CHYX0605Q)保存于中国科学院昆明植物研究所植物化学与西部植物资源持续利用国家重点实验室。

2 方法

2.1 提取与分离

黑果枸杞 5 kg, 80% 乙醇水回流提取 (3 $\times$ 2 h), 每次 6 倍体积, 提取液用盐酸调 pH 为 1~2, 依次用乙酸乙酯和正丁醇萃取, 各 3 次, 分别记为 A 和 B 部分。A 部分 (52.5 g) 经 MCI gel CHP 20P 柱 (甲醇-水, 10%~100%) 分为 7 段 (F1~F7)。F1 (1.5 g)

经 Sephadex LH-20 (甲醇) 色谱得 3 个组分 (F1.1~F1.3)。F1.1 (500 mg) 经制备薄层色谱 [三氯甲烷-甲醇-甲酸 (8:1:0.1)] 再行半制备 HPLC [乙腈-水 (含 5% 甲酸), 20%] 得化合物 **8** (3 mg)、**2** (1.1 mg) 和 **7** (7.9 mg)。F1.2 (500 mg) 经制备薄层色谱 [三氯甲烷-甲醇-甲酸 (8:1:0.1)] 再行半制备 HPLC [甲醇-水 (含 5% 甲酸), 45%] 得化合物 **1** (2.4 mg) 和 **9** (3.7 mg)。F4 (2.5 g) 经 Sephadex LH-20 (甲醇) 色谱得 6 个组分 (F4.1~F4.6)。F4.1 (600 mg) 经制备薄层色谱 [三氯甲烷-甲醇-甲酸 (9:1:0.05)] 得 5 个组分 (F4.1.1~F4.1.5), F4.1.4 (50 mg) 经半制备 HPLC (乙腈-水, 15%) 得化合物 **10** (2 mg)、**4** (4.1 mg) 和 **3** (2.5 mg)。F4.1.5 (80 mg) 经半制备 HPLC (乙腈-水, 20%) 得化合物 **12** (1.6 mg)、**13** (4.5 mg) 和 **14** (3.5 mg)。F4.3 (200 mg) 经制备薄层色谱 [三氯甲烷-甲醇-甲酸 (8:1:0.1)], 再行半制备 HPLC (乙腈-水, 25%) 得化合物 **5** (2.2 mg)、**6** (2.4 mg) 和 **11** (1.9 mg)。

2.2 SIRT1 体外活性测试

本实验利用 SIRT1 Fluorometric Drug Discovery Kit 以检测化合物对 SIRT1 体外活性的影响。首先, 配制含 0.5 U (1 U = 1 pmol $\cdot$ min⁻¹, 37 $^{\circ}\text{C}$) SIRT1 (除空白组外), 1000 $\mu\text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$ NAD⁺, 100 $\mu\text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 去乙酰酶底物, SIRT1 缓冲液 (50 mmol $\cdot$ L⁻¹ Tris-HCl, pH 8.0, 137 mmol $\cdot$ L⁻¹ NaCl, 2.7 mmol $\cdot$ L⁻¹ KCl, 1 mmol $\cdot$ L⁻¹ MgCl₂, 1 mg $\cdot$ mL⁻¹ BSA) 的体系。实验组加入待检测化合物, 使化合物终浓度为 200 $\mu\text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$, 空白组与对照组加入等量溶解化合物的溶剂; 再加入已配好的体系, 使加入待检测化合物与体系的总体积为 25 μL 。37 $^{\circ}\text{C}$ 条件下孵育 30 min 后于每个孔中加入 1 $\times$ Fluor de Lys developer solution (含有 2 mmol $\cdot$ L⁻¹ 烟酰胺) 25 μL 终止反应, 反应在半区 96 孔板中进行。多功能酶标仪 360 nm 激发光, 460 nm 发射光条件下测取各孔荧光值。

2.3 SIRT6 体外活性测试

本实验利用 CycLex SIRT6 Deacetylase Fluorometric Assay Kit 检测化合物对 SIRT6 体外活性的影响。检测体系中含 2.5 μL 带有荧光基团和淬灭基团的底物多肽 (0.1 mmol $\cdot$ L⁻¹), 2.5 μL NAD (8 mmol $\cdot$ L⁻¹), 2.5 μL Developer, 2.5 μL 重组 SIRT6 (空白组除外) 以及 2.5 μL SIRT6 实验缓冲液。实验组加入待检测化合物, 使化合物终浓度为 200 $\mu\text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$, 反应体系总

体积为25 μL 。空白与对照组加入等量的溶解化合物的溶剂,实验在半区96孔板中进行。多功能酶标仪于37 $^{\circ}\text{C}$ 、490 nm激发光,530 nm发射光条件下测取各孔荧光值。

3 结果

3.1 化合物结构鉴定

化合物**1**: 淡黄色固体, ESI-MS: m/z 299 $[\text{M-H}]^{-}$; $^1\text{H-NMR}$ (400 MHz, CD_3OD) δ : 9.81 (1H, s, H-7'), 7.55 (1H, brs, H-2'), 7.42 (1H, brs, H-6'), 6.97 (1H, d, $J=1.6$ Hz, H-2), 6.85 (1H, d, $J=8.0$, 1.6 Hz, H-6), 6.81 (1H, d, $J=8.0$ Hz, H-5), 5.69 (1H, d, $J=6.5$ Hz, H-7), 3.89 (2H, d, $J=5.9$ Hz, H-9), 3.96 (3H, s, 5'- OCH_3), 3.85 (3H, s, 3- OCH_3), 3.64 (1H, m, H-8)。以上数据和文献基本一致^[10], 故确定化合物**1**为榕醛。

化合物**2**: 淡黄色固体, ESI-MS: m/z 345 $[\text{M-H}]^{-}$; $^1\text{H-NMR}$ (400 MHz, CD_3OD) δ : 6.23 (1H, d, $J=1.9$ Hz, H-3), 6.01 (1H, d, $J=1.9$ Hz, H-5), 4.90 (1H, overlap, H-1'), 3.90 (1H, dd, $J=12.2$, 1.5 Hz, Ha-6'), 3.87 (3H, s, 7- OCH_3), 3.71 (1H, dd, $J=12.2$, 4.8 Hz, Hb-6'), 3.30 ~ 3.52 (4H, overlap, H-2', 3', 4', 5'); $^{13}\text{C-NMR}$ (125 MHz, CD_3OD) δ : 98.7 (C-1), 164.8 (C-2), 96.6 (C-3), 165.0 (C-4), 98.3 (C-5), 161.2 (C-6), 172.0 (C-7), 102.5 (C-1'), 74.9 (C-2'), 78.0 (C-3'), 71.2 (C-4'), 78.4 (C-5'), 62.4 (C-6'), 52.6 (7- OMe)。以上数据和文献基本一致^[11], 故确定化合物**2**为4, 6-二羟基苯甲酸甲酯-2- O - β -D-葡萄糖苷。

化合物**3**: 淡黄色固体, ESI-MS: m/z 177 $[\text{M-H}]^{-}$; $^1\text{H-NMR}$ (400 MHz, CD_3OD) δ : 7.78 (1H, d, $J=9.4$ Hz, H-4), 6.94 (1H, s, H-5), 6.75 (1H, s, H-8), 6.18 (1H, d, $J=9.4$ Hz, H-3); $^{13}\text{C-NMR}$ (150 MHz, CD_3OD) δ : 164.3 (C-2), 112.8 (C-3), 146.1 (C-4), 112.5 (C-4a), 113.0 (C-5), 144.6 (C-6), 152.1 (C-7), 103.6 (C-8), 150.5 (C-8a)。以上数据和文献对照基本一致^[12], 故确定化合物**3**为马栗树皮素。

化合物**4**: 淡黄色固体, ESI-MS: m/z 325 $[\text{M-H}]^{-}$; $^1\text{H-NMR}$ (400 MHz, CD_3OD) δ : 7.73 (1H, d, $J=15.8$ Hz, H-7), 7.48 (2H, d, $J=8.5$ Hz, H-2,

H-6), 6.81 (2H, d, $J=8.5$ Hz, H-3, H-5), 6.37 (1H, d, $J=15.8$ Hz, H-8), 5.57 (1H, d, $J=7.6$ Hz, H-1'), 3.85 (1H, dd, $J=12.2$, 1.9 Hz, Ha-6'), 3.69 (1H, dd, $J=12.2$, 4.6 Hz, Hb-6'), 3.30 ~ 3.48 (4H, overlap, H-2', 3', 4', 5')。以上数据和文献对照基本一致^[13], 故确定化合物**4**为对羟基肉桂酸葡萄糖酯。

化合物**5**: 淡黄色固体, ESI-MS: m/z 193 $[\text{M-H}]^{-}$; $^1\text{H-NMR}$ (400 MHz, CD_3OD) δ : 7.59 (1H, d, $J=15.8$ Hz, H-7), 7.18 (1H, d, $J=2.0$ Hz, H-2), 7.06 (1H, dd, $J=8.2$, 2.0 Hz, H-6), 6.81 (1H, d, $J=8.2$ Hz, H-5), 6.31 (1H, d, $J=15.8$ Hz, H-8), 3.89 (3H, s, 3- OCH_3); $^{13}\text{C-NMR}$ (150 MHz, CD_3OD) δ : 167.5 (s, C-9), 149.3 (s, C-3), 147.8 (s, C-4), 145.2 (d, C-7), 126.3 (C-1), 123.4 (C-6), 115.2 (C-5), 114.7 (C-8), 110.0 (C-2), 55.6 (3- OCH_3)。以上数据和文献对照基本一致^[14], 故确定化合物**5**为反式阿魏酸。

化合物**6**: 淡黄色固体, ESI-MS: m/z 179 $[\text{M-H}]^{-}$; $^1\text{H-NMR}$ (400 MHz, CD_3OD) δ : 7.53 (1H, d, $J=15.8$ Hz, H-7), 7.04 (1H, d, $J=2.0$ Hz, H-2), 6.93 (1H, dd, $J=8.2$, 2.0 Hz, H-6), 6.78 (1H, d, $J=8.2$ Hz, H-5), 6.22 (1H, d, $J=15.8$ Hz, H-8)。以上数据和文献对照基本一致^[15], 故确定化合物**6**为反式咖啡酸。

化合物**7**: 淡黄色固体, ESI-MS: m/z 177 $[\text{M-H}]^{-}$; $^1\text{H-NMR}$ (400 MHz, CD_3OD) δ : 7.63 (1H, d, $J=15.9$ Hz, H-7), 7.47 (2H, d, $J=8.6$ Hz, H-2, H-6), 6.82 (2H, d, $J=8.6$ Hz, H-3, H-5), 6.34 (1H, d, $J=15.9$ Hz, H-8), 3.77 (3H, s, 4- OCH_3); $^{13}\text{C-NMR}$ (150 MHz, CD_3OD) δ : 172.2 (C-9), 160.3 (C-4), 145.4 (C-7), 131.2 (C-2, C-6), 128.5 (C-1), 117.1 (C-8), 114.9 (C-3, C-5), 56.3 (4- OCH_3)。以上数据和文献对照基本一致^[16], 故确定化合物**7**为对甲氧基桂皮酸。

化合物**8**: 淡黄色固体, ESI-MS: m/z 163 $[\text{M-H}]^{-}$; $^1\text{H-NMR}$ (400 MHz, CD_3OD) δ : 7.55 (2H, d, $J=8.6$ Hz, H-2, H-6), 6.90 (2H, d, $J=8.6$ Hz, H-3, H-5), 7.62 (1H, d, $J=16.0$ Hz, H-7), 6.34 (1H, d, $J=16.0$ Hz, H-8); $^{13}\text{C-NMR}$ (150 MHz, CD_3OD) δ : 126.3 (C-1), 130.0 (C-2, C-6), 115.3 (C-3, C-5), 157.8 (C-4), 145.2 (C-7), 114.7 (C-8),

167.5(C-9)。以上数据和文献对照基本一致^[14],故确定化合物**8**为对羟基桂皮酸。

化合物**9**:淡黄色固体,ESI-MS: m/z 209[M-H]⁻; ¹H-NMR(400 MHz, CD₃OD) δ : 6.77(1H, d, J = 1.6 Hz, H-2), 6.69(1H, d, J = 8.0 Hz, H-5), 6.62(1H, dd, J = 8.0, 1.6 Hz, H-6), 3.84(3H, s, 3-OCH₃), 3.63(3H, s, 9-OCH₃), 2.59(2H, t, J = 7.6 Hz, H-8), 2.87(2H, t, J = 7.6 Hz, H-7)。以上数据和文献基本一致^[17],故确定化合物**9**为二氢阿魏酸甲酯。

化合物**10**:淡黄色固体,ESI-MS m/z : 167[M-H]⁻; ¹H-NMR(400 MHz, CD₃OD) δ : 7.44(1H, dd, J = 7.5, 1.6 Hz, H-6), 6.74(1H, d, J = 7.5 Hz, H-5), 7.54(1H, d, J = 1.6 Hz, H-2), 3.85(3H, s, 3-OCH₃); ¹³C-NMR(150 MHz, CD₃OD) δ : 122.2(C-1), 113.7(C-2), 149.4(C-3), 147.6(C-4), 114.8(C-5), 123.9(C-6), 171.2(C-7), 56.1(3-OCH₃)。以上数据和文献对照基本一致^[18],故确定化合物**10**为香草酸。

化合物**11**:淡黄色固体,ESI-MS: m/z 153[M-H]⁻; ¹H-NMR(400 MHz, CD₃OD) δ : 7.45(1H, d, J = 1.9 Hz, H-2), 7.43(1H, dd, J = 8.0, 1.9 Hz, H-6), 6.81(1H, d, J = 8.0 Hz, H-5); ¹³C-NMR(150 MHz, CD₃OD) δ : 121.7(C-1), 122.5(C-2), 144.7(C-3), 150.1(C-4), 114.3(C-5), 116.3(C-6), 168.8(C-7)。以上数据和文献对照基本一致^[19],故确定化合物**11**为原儿茶酸。

化合物**12**:白色固体,ESI-MS: m/z 137[M-H]⁻; ¹H-NMR(400 MHz, CD₃OD) δ : 7.83(1H, d, J = 7.4 Hz, H-2, H-6), 6.76(1H, d, J = 7.4 Hz, H-3, H-5); ¹³C-NMR(100 MHz, CD₃OD) δ : 128.0(C-1), 132.4(C-2, C-6), 115.4(C-3, C-5), 161.3(C-4), 171.2(C-7)。以上数据和文献对照基本一致^[20],故确定化合物**12**为对羟基苯甲酸。

化合物**13**:淡黄色固体,ESI-MS: m/z 137[M-H]⁻; ¹H-NMR(400 MHz, CD₃OD) δ : 9.69(1H, s, H-7), 7.30(1H, dd, J = 1.9 Hz, H-2), 7.28(1H, d, J = 7.8, 1.9 Hz, H-6), 6.91(1H, d, J = 7.8 Hz, H-5)。以上数据和文献对照基本一致^[21],故确定化合物**13**为原儿茶醛。

化合物**14**:白色固体,ESI-MS m/z : 129[M-H]⁻; ¹H-NMR(400 MHz, DMSO-*d*₆) δ : 6.81(1H, d, J = 15.9 Hz, H-3), 6.76(1H, d, J = 15.9 Hz, H-2),

3.79(3H, s, 1-OCH₃)。以上数据和文献对照基本一致^[22],故确定化合物**14**为(*E*)-2-丁烯二酸单甲酯。

3.2 活性测试

对抗衰老的自然过程一直是人类科学研究的焦点,黑果枸杞主要用于抗氧化和抗衰老,对其的开发和利用引起了人们广泛关注和重视。近年来发现长寿基因 SIRT1 去乙酰化酶在延缓生物体衰老过程中扮演着十分重要的角色, SIRT6 通过干预基因组的稳定性而影响衰老进程,由于化合物**3~13**的结构为常见酚性化合物,因此,我们仅对分离得到的化合物**1**和**2**进行了 SIRT1 和 SIRT6 体外活性测试,遗憾的是,这两个化合物并未显示活性。鉴于黑果枸杞本身对抗衰老的作用,因此可以预见其中的其他化合物可能是其抗衰老的物质基础。

4 结论与讨论

黑果枸杞的开发利用近年逐渐升温,其甚至被誉为“软黄金”美誉,但是其药效物质基础研究还很薄弱,我们本次报道分离得到的14个酚性化合物,其中化合物**1~4**、**7**、**9**和**14**为首次从黑果枸杞中分离得到,此外对化合物**1**和**2**也进行了抗衰老相关的 SIRT1 和 SIRT6 体外活性测试,虽然未显示出相关活性,可以预见其中的其他化合物可能是其抗衰老的物质基础,值得进一步挖掘。

参考文献

- [1] 任小娜,曾俊,王玉涛.黑果枸杞的植物化学成分及生物活性研究现状[J].食品工业,2014,35(11):231-234.
- [2] 夏园园,莫仁楠,曲玮,等.黑果枸杞化学成分研究进展[J].药学进展,2015,39(5):351-356.
- [3] Duan Y B, Chen F, Yao X C, et al. Protective effect of *Lycium ruthenicum* Murr. against radiation injury in mice[J]. Int J Environ Res Public Health, 2015, 12(7):8332-8347.
- [4] 丁玉静,刘俊秀,李金红,等.黑果枸杞生理活性成分及作用研究进展[J].中国临床药理学杂志,2017,33(13):1280-1283.
- [5] Wang H Q, Li J N, Tao W W, et al. *Lycium ruthenicum* studies: Molecular biology, phytochemistry and pharmacology[J]. Food Chem, 2018, 240(1):759-766.
- [6] 欧阳发,吉腾飞,苏亚伦,等.黑果枸杞果实化学成分研究[J].中药材,2012,35(10):1599-1601.
- [7] 张佳,赫军,张蕾,等.黑果枸杞果实化学成分研究[J].中国药理学杂志,2016,51(24):2150-2154.

(下转第178页)

- 五册[M].北京:人民卫生出版社,1994:147.
- [2] 刘小芬,李顺祥.裸花紫珠研究进展[J].中南药学,2015,13(4):396-402.
- [3] Tu Y H, Sun L N, Guo M L, et al. The medicinal uses of *Callicarpa* L. in traditional Chinese medicine: An ethnopharmacological, phytochemical and pharmacological review [J]. *J Ethnopharmacol*, 2013(146):465-481.
- [4] 邵军,陈伟康,马双成,等. UPLC 法同时测定裸花紫珠中 5 种类黄酮类成分[J]. *中草药*, 2014, 45(10):1473-1476.
- [5] 董琳,关薇薇,盛琳,等. HPLC 同时测定裸花紫珠中 4 种黄酮[J]. *中国实验方剂学杂志*, 2014, 20(3):52-55.
- [6] 于福来,吴丽芬,庞玉新,等. 海南裸花紫珠中毛蕊花糖苷和木犀草苷含量分析[J]. *中国现代中药*, 2016, 18(8):996-1000.
- [7] 郑东昆,陈伟康,马双成,等. 裸花紫珠指纹图谱研究及 10 种成分的含量测定[J]. *中国中药杂志*, 2015, 40(9):1776-1782.
- [8] 刘幼娴,谷陟欣,卢凤来,等. 不同采收期裸花紫珠的 HPLC 指纹图谱研究[J]. *广西植物*, 2014, 34(2):174-178.
- [9] 车秀芬,张京红,黄海静,等. 海南岛气候区划研究[J]. *热带作物学报*, 2014, 34(6):60-65.
- [10] 高微,刘布鸣,陈明生,等. 尖尾枫中毛蕊花糖苷的分离鉴定及含量测定[J]. *中国实验方剂学杂志*, 2014, 20(21):60-62.
- [11] 任风芝,栾新慧,赵毅民,等. 紫珠叶黄酮类化合物的研究[J]. *中国中药杂志*, 2001, 26(12):841-844.
- [12] 蔡灏,吴翠萍,孙秀漫,等. 5 种紫珠属药材中总酚、总黄酮与其抗氧化活性的相关性研究[J]. *中国实验方剂学杂志*, 2013, 19(20):55-60.
- [13] 宁德生,李典鹏,黄胜,等. 七种紫珠属植物水提取物中总黄酮、总酚酸及其抗氧化活性的测定[J]. *广西植物*, 2012, 32(6):845-848.
- [14] 刘昌孝,陈士林,肖小河,等. 中药质量标志物(Q-Marker):中药产品质量控制的新概念[J]. *中草药*, 2016, 47(9):1443-1457.

(收稿日期 2017-07-23)

(上接第 162 页)

- [8] Zhao J, Xu F, Ji T F, et al. A new spermidine from the fruits of *Lycium ruthenicum* [J]. *Chem Nat Compd*, 2014, 50(5):880-883.
- [9] 许志诚. 黑果枸杞特色产品开发现状与前景展望[J]. *农业与技术*, 2017, 37(12):244.
- [10] Chung H P, Hsu C Y, Lin J H, et al. Antiproliferative lactams and spiroenone from adlay bran in human breast cancer cell lines[J]. *J Agric Food Chem*, 2011, 59(4):1185-1194.
- [11] 黄钟辉,郝倩,李蓉涛,等. 菝葜的化学成分研究[J]. *昆明理工大学学报*, 2014, 39(1):80-86.
- [12] 赵晓宏,陈迪华,斯建勇,等. 中药升麻酚酸类化学成分研究[J]. *药学报*, 2002, 37(7):535-538.
- [13] 郭志琴,郭强,朱枝祥,等. 藏药多刺绿绒蒿的化学成分研究[J]. *中国中药杂志*, 2014, 39(7):1152-1156.
- [14] Wang W, Guo J, Zhang J N, et al. Isolation, identification and antioxidant activity of bound phenolic compounds present in rice bran[J]. *Food Chem*, 2015, 171:40-49.
- [15] 费永和,陈重,李笑然,等. 向日葵种子的化学成分研究[J]. *中草药*, 2014, 45(5):631-634.
- [16] 王章伟,徐向红,陈笑天,等. 窄叶鲜卑花地上部分化学成分研究[J]. *中药材*, 2014, 37(1):57-60.
- [17] Beck J J, Kim J H, Campbell B C, et al. Fungicidal activities of dihydroferulic acid alkyl ester analogues[J]. *J Nat Prod*, 2007, 70(5):778-782.
- [18] 刘普,邓瑞雪,段宏泉,等. 糙苏根的化学成分研究[J]. *中国中药杂志*, 2009, 34(7):867-870.
- [19] 舒永志,成亮,曹濬喆,等. 黑老虎的化学成分研究[J]. *中草药*, 2012, 43(3):428-431.
- [20] 王立业,王乃利,姚新生. 龙葵中的非皂苷类成分[J]. *中药材*, 2007, 30(7):792-794.
- [21] Kang H S, Chio J H, Cho W K, et al. A sphingolipid and tyrosinase inhibitor from the fruiting body of *Phellinus linteus* [J]. *Arch Pharm Res*, 2004, 27(7):742-750.
- [22] Davis R A. Isolation and structure elucidation of the new fungal metabolite(-)-xylariamide A[J]. *J Nat Prod*, 2005, 68(5):769-772.

(收稿日期 2017-09-01)