

- carmichaeli* “Fu Zi” [J]. *Chem Pharm Bull (Tokyo)*, 2012, 60(1): 144-149.
- [11] 秦语欣, 张先灵, 王 蕾, 等. HPLC-MS 法研究川乌炮制前后化学成分的变化[J]. 北京中医药大学学报, 2016, 39(4): 298-303.
- [12] Yin T P, Cai L, Fang H X, *et al.* Diterpenoid alkaloids from *Aconitum vilmorinianum* [J]. *Phytochemistry*, 2015, 116: 314-319.
- [13] Yin T P, Cai L, Li Y, *et al.* New alkaloids from *Aconitum stapfianum* [J]. *Nat Prod Bioprospect*, 2015, 5(6): 271-275.
- [14] Gao F, Li Y Y, Wang D, *et al.* Diterpenoid alkaloids from the Chinese traditional herbal “Fu Zi” and their cyto-toxic activity [J]. *Molecules*, 2012, 17(5): 5187-5194.
- [15] 阿合买提别克·沙曼拜义. 新疆乌头中二萜生物碱的研究[D]. 乌鲁木齐: 新疆医科大学, 2018.
- [16] 姜 丹, 徐 佳. 一维 NOE NMR 技术用于蒂巴因衍生物的立体结构研究[J]. 波谱学杂志, 2015, 32(1): 95-104.
- [17] 刘力军, 缪振春, 仲伯华, 等. 一维 NOESY 和 HOHAHA 技术用于苯环壬酯的立体结构研究[J]. 波谱学杂志, 2006, 23(1): 23-29.
- [18] 缪振春, 冯 锐, 周永新, 等. 一维 SEMPY 和旋转坐标 NOE 差谱 NMR 新技术用于天然化合物中寡糖的结构研究[J]. 化学物理学报, 2000, 13(3): 312-320.
- [19] 尹田鹏, 罗智慧, 王 敏, 等. 黔产乌头的二萜生物碱类成分研究[J]. 中国药房, 2019, 30(22): 3096-3100.
- [20] 熊 娇, 刘王艳, 何 丹, 等. 直缘乌头地上部分二萜生物碱成分研究[J]. 中草药, 2019, 50(10): 2279-2284.

冬虫夏草内生菌 *Fusarium solani* 化学成分研究

旷歧轩, 李青洲, 雷力荣, 郭大乐*, 邓 赞*

(成都中医药大学药学院, 中药材标准化教育部重点实验室, 西南特色中药资源国家重点实验室, 四川成都 611137)

摘要: 目的 研究冬虫夏草内生菌 *Fusarium solani* 化学成分。方法 *Fusarium solani* 乙酸乙酯提取物采用硅胶、Sephadex LH-20、制备 HPLC 进行分离纯化, 根据理化性质及波谱数据鉴定所得化合物的结构。结果 从中分离鉴定出 25 个化合物。结论 化合物 1~17、19~24 为首次从该真菌的次生代谢产物中发现。

关键词: 冬虫夏草; 内生菌; *Fusarium solani*; 化学成分; 分离鉴定

中图分类号: R284.1

文献标志码: A

文章编号: 1001-1528(2022)09-2866-08

doi:10.3969/j.issn.1001-1528.2022.09.021

Chemical constituents from endophytic fungus *Fusarium solani* of *Cordyceps sinensis*

KUANG Qi-xuan, LI Qing-zhou, LEI Li-rong, GUO Da-le*, DENG Yun*

(State Key Laboratory of Southwestern Chinese Medicine Resource, Ministry of Education Key Laboratory for Standardization of Chinese Herbal Medicine, College of Pharmacy, Chengdu University of Traditional Chinese Medicine, Chengdu 611137, China)

ABSTRACT: AIM To study the chemical constituents from endophytic fungus *Fusarium solani* of *Cordyceps sinensis* (Berk.) Sacc. **METHODS** The ethyl acetate extract from *Fusarium solani* was isolated and purified by

收稿日期: 2021-07-20

基金项目: 国家自然科学基金面上项目(81973460); 四川省科技厅应用基础研究项目(2018JY0186); 四川省教育厅科研项目(18ZA0191)

作者简介: 旷歧轩(1996—), 男, 博士生, 从事中药内生菌代谢产物化学成分研究。Tel: 18482102490, E-mail: kuangqixuan@stu.cdutcm.edu.cn

*通信作者: 郭大乐(1987—), 男, 博士, 副教授, 从事天然产物化学成分研究。Tel: 18030839905, E-mail: guodale@cdutcm.edu.cn

邓 赞(1975—), 男, 博士, 研究员, 从事中药化学成分与质量标准化研究。Tel: 13208177492, E-mail: dengyun2000@hotmail.com

silica, Sephadex LH-20 and preparative HPLC, then the structures of obtained compounds were identified by physicochemical properties and spectral data. **RESULTS** Twenty-five compounds were isolated and identified.

CONCLUSION Compounds **1–17**, **19–24** are found from the secondary metabolites of this fungi for the first time.

KEY WORDS: *Cordyceps sinensis* (Berk.) Sacc.; endophytic fungus; *Fusarium solani*; chemical constituents; isolation and identification

冬虫夏草是麦角菌科真菌冬虫夏草 *Cordyceps sinensis* (Berk.) Sacc. 寄生在鳞翅目蝙蝠蛾科昆虫幼虫上的子座和幼虫尸体的干燥复合体,可调节免疫、呼吸、生殖和心血管等系统功能^[1-2],其中成药制剂在临床广泛使用,用于治疗肺肾两虚、慢性支气管炎、高血脂症、肝硬化等^[3]。内生菌与宿主互利共生,其次生代谢产物一般具有抗虫、杀菌、抗肿瘤等功效^[4-5],故研究冬虫夏草内生菌次生代谢产物的化学成分对发掘新型药用微生物资源、寻找替代品、保护种质资源具有重要的意义^[6]。

镰刀菌 *Fusarium* sp. 分布广泛,其次生代谢产物抗菌作用、抗病毒、抑制肿瘤细胞生长等^[7-8]; *F. solani* 对 resibufogenin 进行生物转化,得到3个低细胞毒性的转化产物^[9];海洋源真菌 *F. solani* 中分离得到具有抗炎活性的6个新的镰刀菌素衍生物 fusarins G~L^[10];波纹拟南芥内生真菌 *F. solani* 中分离出具有细胞毒性的新的萘醌和氮杂萘醌衍生物^[11];真菌 *F. solani* 中分离得到新的烯酸和双烯酸酯,是一类有效的抗茶树病原真菌化合物^[12]。本实验研究 *Fusarium* sp. 次生代谢产物,丰富了冬虫夏草内生菌次生代谢产物的化学结构的多样性,也为冬虫夏草与镰刀菌属真菌的相互作用提供了化学视角的物质基础。

1 材料

ISQ EC 单四极杆质谱仪(美国 Thermo Fisher 公司); Ascend 700M 核磁共振波谱仪(德国 Bruker 公司);中低压层析柱、NP7000 液相色谱仪(江苏汉邦仪器有限公司);GF₂₅₄ 薄层硅胶板(青岛海洋化工厂);立式高压蒸汽灭菌器(上海申安医疗有限公司)。乙酸乙酯、三氯甲烷、甲醇(成都科龙化工有限公司,批号 2020042203、2020042002、2020051702);超纯水为自制。

冬虫夏草于2018年4月采自甘肃省夏河县,经成都中医药大学蒋桂华教授鉴定为冬虫夏草 *Cordyceps sinensis*。从新鲜冬虫夏草中分离得到1株内生真菌,将其 16S rRNA 基因序列提交到 NCBI

的 GenBank 基因库,经 BLAST 比对,故鉴定为 *Fusarium solani*,保存于成都中医药大学药学院生化制药实验室。

2 提取与分离

活化后的 *F. solani* 菌株经液体培养与提取^[13-14],得到总浸膏 36.26 g,经 D101 大孔树脂吸附分离后,得到纯水部位 18.68 g、30% 甲醇部位 6.84 g、60% 甲醇部位 5.22 g、甲醇部位 5.78 g。60% 甲醇部位经 Sephadex LH-20 分离,三氯甲烷-甲醇(50:50)洗脱,通过 TLC、HPLC 分析合并得5个流分 Fr. A~E。

Fr. A 经 C₁₈ 键、反向硅胶中压低色谱柱层析,甲醇-水(10:90~100:0)洗脱,通过 TLC、HPLC 分析合并得到9个流分 Fr. A₁~A₉,经制备型 HPLC 分离纯化(检测波长 210、254 nm),Fr. A₂ 经甲醇-水(30:70)制备得化合物 **4** (3.5 mg)。

Fr. B 经 C₁₈ 键、反向硅胶中压低色谱柱层析,由醇-水(5:95~100:0)洗脱,通过 TLC、HPLC 分析合并得到12个流分 Fr. B₁~B₁₂,经制备型 HPLC 分离纯化(检测波长 210、254 nm),Fr. B₁ 经甲醇-水(5:95)制备得化合物 **25** (1.0 mg),Fr. B₂ 经甲醇-水(11:89, *t_R* = 26.32、28.24 min)制备得化合物 **20** (0.7 mg)、**21** (0.8 mg),Fr. B₃ 经甲醇-水(29:71, *t_R* = 17.25、18.60 min)制备得化合物 **11** (1.3 mg)、**12** (0.9 mg),Fr. B₄ 经甲醇-水(25:75, *t_R* = 19.04、34.59 min)制备得化合物 **2** (8.0 mg)、**16** (0.8 mg),以及甲醇-水(32:68, *t_R* = 17.99、22.64 min)制备得化合物 **9** (2.6 mg)、**3** (1.3 mg),Fr. B₅ 经甲醇-水(40:60)制备得化合物 **22** (0.7 mg);Fr. B₆ 经甲醇-水(35:65)制备得化合物 **1** (1.5 mg)。

Fr. C 经 C₁₈ 键和反向硅胶中压低色谱柱层析,甲醇-水(20:80~100:0)洗脱,通过 TLC、HPLC 分析合并得到12个流分 Fr. C₁~C₁₂,经制备型 HPLC 分离纯化(检测波长 210、254 nm),

Fr. C₂ 经甲醇-水 (25 : 75) 制备得化合物 **13** (1.6 mg), Fr. C₃ 经甲醇-水制备得化合物 **6** (5.3 mg)、**10** (1.0 mg), Fr. C₄ 经甲醇-水 (22 : 78) 制备得化合物 **5** (0.7 mg)。

Fr. D 经 C₁₈ 键和反向硅胶中压低色谱柱层析, 甲醇-水 (20 : 80 ~ 100 : 0) 洗脱, 通过 TLC、HPLC 分析合并得到 8 个流分 Fr. D₁ ~ D₈, 经制备型 HPLC 分离纯化 (检测波长 210、254 nm), Fr. D₃ 经甲醇-水制备得化合物 **17** (1.3 mg), Fr. D₄ 经甲醇-水 (40 : 60) 制备得化合物 **18** (0.6 mg), Fr. D₆ 经甲醇-水制备得化合物 **23** (0.8 mg)、**24** (0.7 mg)。

Fr. E 经 C₁₈ 键和反向硅胶中压低色谱柱层析, 甲醇-水 (20 : 80 ~ 100 : 0) 洗脱, 通过 TLC、HPLC 分析合并得到 10 个流分 Fr. E₁ ~ E₁₀, 经制备型 HPLC 分离纯化 (检测波长 210、254 nm), Fr. E₄ 经甲醇-水 (41 : 59, t_R = 38.46 min) 制备得化合物 **15** (0.7 mg), Fr. E₅ 经甲醇-水 (45 : 55, t_R = 30.28、37.30 min) 制备得化合物 **7** (1.8 mg)、**8** (2.9 mg), Fr. E₅ 经甲醇-水 (35 : 65) 制备得化合物 **14** (1.6 mg), Fr. E₈ 经甲醇-水 (70 : 30) 制备得化合物 **19** (0.6 mg)。

3 结构鉴定

化合物 **1**: 白色固体, ESI-MS m/z : 227.1 $[M+H]^+$ 。¹H-NMR (700 MHz, CD₃OD) δ : 4.52 (1H, dd, J = 11.1, 6.5 Hz, H-6), 4.46 (1H, t, J = 4.4 Hz, H-8), 4.17 (1H, dd, J = 7.1, 4.6 Hz, H-3), 3.66 (1H, dd, J = 12.8, 4.5 Hz, H-9a), 3.44 (1H, d, J = 12.7, 1.5 Hz, H-9b), 2.28 (1H, dd, J = 13.3, 6.5 Hz, H-7a), 2.08 (1H, ddd, J = 13.2, 11.2, 4.3 Hz, H-7b), 1.93 (1H, m, H-10a), 1.89 (1H, m, H-11), 1.50 (1H, ddd, J = 13.1, 7.7, 5.2 Hz, H-10b), 0.97 (3H, d, J = 3.7 Hz, H-13), 0.95 (3H, d, J = 3.5 Hz, H-12); ¹³C-NMR (175 MHz, CD₃OD) δ : 173.1 (C-5), 169.0 (C-2), 69.1 (C-8), 58.7 (C-6), 55.2 (C-3), 54.6 (C-9), 39.4 (C-10), 38.2 (C-7), 25.8 (C-11), 23.3 (C-12), 22.2 (C-13)。与文献 [15] 报道基本一致, 故鉴定为环-4-羟基- (L) -脯氨酸- (L) -亮氨酸。

化合物 **2**: 白色粉末, ESI-MS m/z : 211.1 $[M+H]^+$ 。¹H-NMR (700 MHz, CD₃OD) δ : 4.26 (1H, dd, J = 8.9, 6.9 Hz, H-9), 4.12 (1H, m, H-6), 3.51 (2H, m, H-3), 2.30 (1H, m, H-5a),

1.98~2.06 (2H, m, H-4a, 11), 1.86~1.96 (3H, m, H-4b, 5b, 10a), 1.52 (1H, m, H-10b), 0.96 (3H, d, J = 4.3 Hz, H-12), 0.95 (3H, d, J = 4.1 Hz, H-13); ¹³C-NMR (175 MHz, CD₃OD) δ : 172.8 (C-1), 168.9 (C-7), 60.3 (C-6), 54.6 (C-9), 46.4 (C-3), 39.4 (C-10), 29.1 (C-5), 25.8 (C-11), 23.7 (C-4), 23.3 (C-12), 22.2 (C-13)。与文献 [16] 报道基本一致, 故鉴定为环- (L) -脯氨酸- (D) -亮氨酸。

化合物 **3**: 白色粉末, ESI-MS m/z : 211.1 $[M+H]^+$ 。¹H-NMR (700 MHz, CD₃OD) δ : 4.24 (1H, m, H-6), 3.68 (1H, dd, J = 6.3, 0.9 Hz, H-9), 3.61 (1H, m, H-3a), 3.49 (1H, m, H-3b), 2.34 (1H, m, H-5b), 2.02 (1H, m, H-10), 1.90 (1H, m, H-5a), 1.60 (1H, m, H-11b), 1.22 (1H, m, H-11a), 1.00 (3H, d, J = 6.9 Hz, H-12), 0.95 (3H, t, J = 7.4 Hz, H-13); ¹³C-NMR (175 MHz, CD₃OD) δ : 171.5 (C-7), 167.9 (C-1), 63.5 (C-6), 59.7 (C-9), 46.8 (C-3), 40.9 (C-10), 30.3 (C-5), 26.1 (C-11), 22.9 (C-4), 15.7 (C-13), 11.6 (C-12)。与文献 [17] 报道基本一致, 故鉴定为环- (D) -脯氨酸- (L) -异亮氨酸。

化合物 **4**: 白色粉末, ESI-MS m/z : 213.2 $[M+H]^+$ 。¹H-NMR (700 MHz, CD₃OD) δ : 3.94 (1H, ddd, J = 9.2, 4.5, 1.2 Hz, H-6), 3.77 (1H, dd, J = 4.4, 1.2 Hz, H-3), 2.22 (1H, m, H-11), 1.87 (1H, m, H-7), 1.75 (1H, ddd, J = 13.6, 9.1, 4.5 Hz, H-8a), 1.60 (1H, ddd, J = 14.0, 9.2, 5.2 Hz, H-8b), 1.04 (3H, d, J = 7.1 Hz, H-9), 0.94 - 0.99 (9H, m, H-10, H-12, H-13); ¹³C-NMR (175 MHz, CD₃OD) δ : 169.9 (C-5), 168.2 (C-2), 60.1 (C-3), 52.9 (C-6), 44.6 (C-7), 32.3 (C-11), 23.9 (C-8), 22.2 (C-13), 20.4 (C-12), 17.9 (C-10), 16.4 (C-9)。与文献 [18] 报道基本一致, 故鉴定为环- (L) -异亮氨酸- (L) -缬氨酸。

化合物 **5**: 淡黄色固体, ESI-MS m/z : 185.1 $[M+H]^+$ 。¹H-NMR (700 MHz, CD₃OD) δ : 4.03 (1H, qd, J = 7.1, 1.5 Hz, H-3), 3.90 (1H, dd, J = 3.4, 1.5 Hz, H-6), 1.96 (1H, m, H-7), 1.52 (1H, m, H-9a), 1.44 (3H, d, J = 7.1 Hz, H-10), 1.25 (1H, m, H-9b), 1.02 (3H, d, J = 7.1 Hz, H-11), 0.95 (3H, t, J = 7.4 Hz, H-8); ¹³C-NMR

(175 MHz, CD₃OD) δ : 171.2 (C-4), 169.2 (C-1), 60.9 (C-6), 51.6 (C-3), 40.3 (C-7), 25.6 (C-9), 20.9 (C-11), 15.6 (C-8), 12.2 (C-10)。与文献[19]报道基本一致,故鉴定为环-异亮氨酸-丙氨酸。

化合物 6: 白色固体, ESI-MS m/z : 199.1 [M+H]⁺。¹H-NMR (700 MHz, CD₃OD) δ : 3.83 (2H, m, H-2, H-5), 2.29 (2H, m, H-7, H-7'), 1.06 (6H, d, $J=7.1$ Hz, H-8, H-8'), 0.95 (6H, d, $J=6.9$ Hz, H-9, H-9'); ¹³C-NMR (175 MHz, CD₃OD) δ : 170.2 (C-3, C-6), 61.2 (C-2, C-5), 33.2 (C-7, C-7'), 19.3 (C-8, C-8'), 17.8 (C-9, C-9')。与文献[20]报道基本一致,故鉴定为 3,6-二异丙基-2,5-二酮哌嗪。

化合物 7: 白色固体, ESI-MS m/z : 227.2 [M+H]⁺。¹H-NMR (700 MHz, DMSO-*d*₆) δ : 8.15 (1H, d, $J=2.7$ Hz, 1-NH), 8.02 (1H, d, $J=2.6$ Hz, 4-NH), 3.76 (1H, ddd, $J=8.6, 4.0, 1.3$ Hz, H-6), 3.68 (1H, m, H-3), 1.83 (2H, m, H-8, 11), 1.62 (1H, ddd, $J=13.5, 8.7, 4.7$ Hz, H-7a), 1.45 (1H, m, H-7b), 1.42 (1H, m, H-12a), 1.17 (1H, m, H-12b), 0.91 (3H, d, $J=7.0$ Hz, H-13), 0.88 (3H, d, $J=6.7$ Hz, H-9), 0.86 (3H, d, $J=6.5$ Hz, H-10), 0.85 (3H, d, $J=7.4$ Hz, H-14); ¹³C-NMR (175 MHz, DMSO-*d*₆) δ : 168.8 (C-5), 167.3 (C-2), 59.3 (C-3), 52.8 (C-6), 44.1 (C-7), 38.7 (C-11), 24.8 (C-12), 24.0 (C-8), 23.6 (C-9), 22.2 (C-10), 15.63 (C-13), 12.25 (C-14)。与文献[21]报道基本一致,故鉴定为环-(L)-亮氨酸-(L)-异亮氨酸。

化合物 8: 白色固体, ESI-MS m/z : 261.2 [M+H]⁺。¹H-NMR (700 MHz, DMSO-*d*₆) δ : 8.11 (1H, d, $J=2.0$ Hz, 1-NH), 7.88 (1H, d, $J=2.1$ Hz, 4-NH), 7.24 (2H, m, H-9, 13), 7.19 (3H, m, H-10, 11, 12), 4.21 (1H, m, H-3), 3.58 (1H, m, H-6), 3.16 (1H, dd, $J=13.5, 4.1$ Hz, H-7a), 2.85 (1H, dd, $J=13.5, 5.1$ Hz, H-7b), 1.40 (1H, m, H-14), 0.65 (2H, m, H-15), 0.55 (6H, m, H-16, 17); ¹³C-NMR (175 MHz, DMSO-*d*₆) δ : 166.4 (C-5), 166.3 (C-2), 136.3 (C-8), 130.4 (C-9, C-13), 127.9 (C-10, C-12), 126.5 (C-11), 58.7 (C-6), 55.0 (C-3), 37.8 (C-7), 37.6 (C-14), 23.1 (C-15), 14.4 (C-16), 11.8 (C-17)。与文献[22]报道基本一致,故鉴定为

环-(D)-苯丙氨酸-(L)-异亮氨酸。

化合物 9: 淡红色固体, ESI-MS m/z : 241.1 [M+Na]⁺。¹H-NMR (700 MHz, CD₃OD) δ : 7.27 (2H, m, H-2', 6'), 7.22 (3H, m, H-4', 3', 5'), 4.31 (1H, m, H-2), 3.64 (1H, dd, $J=4.6, 1.6$ Hz, H-5), 3.23 (1H, dd, $J=13.8, 5, 4$ Hz, H-6a), 3.03 (1H, dd, $J=13.8, 4.7$ Hz, H-6b), 1.64 (1H, m, H-7), 0.79 (3H, d, $J=7.0$ Hz, H-8), 0.43 (3H, $J=6.8$ Hz, H-9); ¹³C-NMR (175 MHz, CD₃OD) δ : 167.9 (C-4), 135.7 (C-1'), 130.1 (C-2', 6'), 128.2 (C-3', 5'), 126.8 (C-4'), 59.8 (C-5), 55.9 (C-2), 38.7 (C-6), 31.9 (C-7), 17.7 (C-8), 15.7 (C-9)。与文献[23]报道基本一致,故鉴定为 2-isopropyl-5-phe-nylmethyl-imidazolidinone-4-one。

化合物 10: 白色固体, ESI-MS m/z : 245.1 [M+H]⁺。¹H-NMR (700 MHz, CD₃OD) δ : 7.33~7.28 (3H, m, H-3', H-4', H-5'), 7.18 (2H, m, H-2', H-6'), 4.20 (1H, m, H-6), 3.54 (1H, m, H-3b), 3.19 (1H, dd, $J=13.7, 4.7$ Hz, H-10b), 2.99 (1H, m, H-10a), 2.61 (1H, dd, $J=10.7, 6.4$ Hz, H-3a), 2.03 (1H, m, H-5a), 1.91 (1H, m, H-5b), 1.64 (1H, m, H-4a), 1.33 (1H, m, H-4b); ¹³C-NMR (175 MHz, CD₃OD) δ : 171.3 (C-1), 167.4 (C-7), 136.7 (C-1'), 131.3 (C-3', C-5'), 129.6 (C-2', C-6'), 128.5 (C-4'), 59.8 (C-6), 59.1 (C-9), 46.1 (C-3), 40.9 (C-10), 29.8 (C-5)。与文献[24]报道基本一致,故鉴定为环-(L)-脯氨酸-(L)-苯丙氨酸。

化合物 11: 白色固体, ESI-MS m/z : 261.1 [M+H]⁺。¹H-NMR (700 MHz, CD₃OD) δ : 7.29~7.20 (5H, m, H-1', H-2', H-3', H-4', H-5', H-6'), 4.48 (1H, m, H-9), 4.36 (1H, ddd, $J=11.8, 5.9, 1.9$ Hz, H-6), 4.27 (1H, m, H-4), 3.70 (1H, dd, $J=13.0, 5.1$ Hz, H-3b), 3.28 (1H, m, H-3a), 3.17 (2H, m, H-10), 2.06 (1H, m, H-5a), 1.37 (1H, ddd, $J=12.9, 11.7, 4.6$ Hz, H-5b); ¹³C-NMR (175 MHz, CD₃OD) δ : 171.2 (C-7), 167.1 (C-1), 137.4 (C-1'), 131.0 (C-2', C-6'), 129.5 (C-3', C-5'), 128.1 (C-4'), 68.5 (C-4), 58.3 (C-6), 57.6 (C-9), 55.3 (C-3), 38.9 (C-5), 38.0 (C-10)。与文献[25]报道基本一致,故鉴定为环-4-羟基-(L)-脯氨酸-(L)-苯丙氨酸。

化合物 **12**: 白色固体, ESI-MS m/z : 263.1 $[M+H]^+$ 。¹H-NMR (700 MHz, CD₃OD) δ : 7.05~7.01 (2H, m, H-10, H-12), 6.74~6.68 (2H, m, H-9, H-13), 4.24 (1H, ddd, $J=5.3, 4.6, 1.6$ Hz, H-6), 3.63 (1H, dd, $J=4.7, 1.6$ Hz, H-3), 3.14 (1H, dd, $J=14.0, 5.3$ Hz, H-7a), 2.94 (1H, dd, $J=14.0, 4.6$ Hz, H-7b), 1.65 (1H, m, $J=6.9, 4.7$ Hz, H-1'), 0.82 (3H, d, $J=7.0$ Hz, H-3'), 0.49 (3H, d, $J=6.8$ Hz, H-2'); ¹³C-NMR (175 MHz, CD₃OD) δ : 169.6 (C-1), 169.4 (C-4), 157.9 (C-11), 132.4 (C-10, C-12), 127.6 (C-8), 116.3 (C-9, C-13), 61.3 (C-3), 57.5 (C-6), 39.3 (C-7), 33.4 (C-1'), 19.2 (C-3), 17.2 (C-4')。与文献 [26] 报道基本一致, 故鉴定为环-(L)-缬氨酸-(D)-络氨酸。

化合物 **13**: 白色固体, ESI-MS m/z : 247.1 $[M+H]^+$ 。¹H-NMR (700 MHz, DMSO-*d*₆) δ : 8.09 (1H, s, H-1), 7.90 (1H, s, H-4), 7.23 (2H, m, H-9, 13), 7.18 (3H, m, H-10, 11, 12), 4.20 (1H, m, H-6), 3.53 (1H, m, H-3), 3.14 (1H, dd, $J=13.5, 4.3$ Hz, H-7a), 2.87 (1H, dd, $J=13.5, 5.1$ Hz, H-7b), 1.70 (1H, m, H-14), 0.64 (3H, d, $J=7.1$ Hz, H-15), 0.26 (3H, d, $J=6.9$ Hz, H-16); ¹³C-NMR (175 MHz, DMSO-*d*₆) δ : 166.6 (C-2), 166.4 (C-5), 136.3 (C-8), 130.3 (C-9, 13), 127.9 (C-10, 12), 126.5 (C-11), 59.2 (C-3), 55.0 (C-6), 37.8 (C-14), 31.0 (C-7), 18.2 (C-15), 16.2 (C-16)。与文献 [27] 报道基本一致, 故鉴定为环-(L)-苯丙氨酸-(L)-缬氨酸。

化合物 **14**: 淡红色固体, ESI-MS m/z : 284.1 $[M+H]^+$ 。¹H-NMR (700 MHz, CD₃OD) δ : 7.58 (1H, m, H-5), 7.33 (1H, m, H-8), 7.09 (2H, m, H-6, H-7), 7.01 (1H, m, H-2), 4.42 (1H, m, H-11), 4.00 (1H, ddd, $J=11.0, 6.4, 1.9$ Hz, H-14), 3.46 (1H, m, H-17a), 3.27 (1H, m, H-17b), 1.97 (1H, m, H-19a), 1.68 (2H, m, H-18), 0.95 (1H, m, H-19b); ¹³C-NMR (175 MHz, CD₃OD) δ : 170.7 (C-13), 167.4 (C-16), 137.9 (C-9), 128.7 (C-4), 125.6 (C-2), 122.6 (C-7), 120.9 (C-6), 119.8 (C-5), 112.3 (C-8), 109.5 (C-3), 60.1 (C-14), 57.2 (C-11), 45.9 (C-17), 29.2 (C-10), 29.1 (C-19), 22.5 (C-18)。与文献 [28] 报道基本一致, 故鉴定为 brevianamide F。

化合物 **15**: 白色粉末, ESI-MS m/z : 350.1 $[M+H]^+$ 。¹H-NMR (700 MHz, CD₃OD) δ : 7.59 (1H, dd, $J=8.0, 2.7$ Hz, H-4), 7.34 (1H, dd, $J=8.2, 2.7$ Hz, H-7), 7.12 (1H, m, H-6), 7.05 (2H, m, H-5, 2), 6.62 (2H, m, H-18, 20), 6.46 (2H, dd, $J=8.7, 2.6$ Hz, H-17, 21), 4.17 (1H, m, H-9), 3.86 (1H, m, H-12), 3.04 (1H, dd, $J=14.7, 3.9$ Hz, H-8a), 2.76 (1H, m, H-8b), 2.56 (1H, m, H-15a), 1.46 (1H, dd, $J=13.7, 8.4$ Hz, H-15b); ¹³C-NMR (175 MHz, CD₃OD) δ : 169.7 (C-11), 169.3 (C-14), 156.2 (C-19), 138.0 (C-7a), 131.9 (C-17, 21), 128.9 (C-3a), 127.7 (C-16), 125.8 (C-2), 122.1 (C-6), 120.2 (C-5), 119.9 (C-4), 116.3 (C-18, 20), 112.5 (C-7), 109.6 (C-3), 57.9 (C-12), 57.1 (C-9), 40.6 (C-15), 31.2 (C-8)。与文献 [29] 报道基本一致, 故鉴定为环-(D)-色氨酸-(L)-酪氨酸。

化合物 **16**: 白色固体, ESI-MS m/z : 258.1 $[M+H]^+$ 。¹H-NMR (700 MHz, CD₃OD) δ : 7.59 (1H, d, $J=8.0$, H-12), 7.31 (1H, d, $J=8.1$, H-15), 7.06 (2H, m, H-10, 14), 6.99 (1H, ddd, $J=8.0, 6.9, 1.0$ Hz, H-14), 4.26 (1H, m, H-2), 3.69 (1H, m, H-5), 3.45 (1H, ddd, $J=14.7, 3.9, 0.6$ Hz, H-8b), 3.14 (1H, ddd, $J=14.7, 4.5, 0.7$ Hz, H-8a), 0.35 (3H, d, $J=7.1$ Hz, H-7); ¹³C-NMR (175 MHz, CD₃OD) δ : 170.6 (C-4), 169.5 (C-1), 137.8 (C-15a), 129.2 (C-11a), 125.8 (C-10), 122.4 (C-12), 120.2 (C-13), 119.9 (C-14), 112.1 (C-15), 109.3 (C-11), 57.5 (C-2), 51.7 (C-5), 30.8 (C-8), 20.0 (C-7)。与文献 [30] 报道基本一致, 故鉴定为环-(D)-丙氨酸-(L)-色氨酸。

化合物 **17**: 白色粉末, ESI-MS m/z : 185.1 $[M+H]^+$ 。¹H-NMR (700 MHz, CD₃OD) δ : 3.99 (1H, m, H-2), 3.93 (1H, ddd, $J=8.5, 4.7, 1.1$ Hz, H-5), 1.85 (1H, m, H-7), 1.73 (1H, ddd, $J=13.5, 8.6, 4.7$ Hz, H-6a), 1.63 (1H, ddd, $J=13.9, 8.5, 5.5$ Hz, H-6b), 1.44 (3H, d, $J=7.1$ Hz, H-10), 0.98 (3H, d, $J=6.6$ Hz, H-8), 0.96 (3H, d, $J=6.6$ Hz, H-9); ¹³C-NMR (175 MHz, CD₃OD) δ : 171.5 (C-4), 170.9 (C-1), 54.6 (C-5), 51.9 (C-2), 45.1 (C-6), 25.3 (C-7), 23.5 (C-8), 22.1 (C-9), 20.9 (C-10)。与文献 [31]

报道基本一致,故鉴定为环-丙氨酸-亮氨酸。

化合物 **18**: 白色粉末, ESI-MS m/z : 203.1 $[M+H]^+$ 。 1H -NMR (700 MHz, CD_3OD) δ : 7.55 (1H, dd, $J=7.9, 1.0$ Hz, H-4), 7.32 (1H, dd, $J=8.1, 0.9$ Hz, H-1), 7.07 (2H, m, H-3, 7), 7.00 (1H, ddd, $J=7.9, 6.9, 1.0$ Hz, H-2), 3.46 (2H, m, H-9), 3.46 (2H, t, $J=7.4$ Hz, H-9), 2.94 (2H, td, $J=7.4, 0.9$ Hz, H-10), 1.91 (3H, s, H-12); ^{13}C -NMR (175 MHz, CD_3OD) δ : 173.3 (C-11), 138.2 (C-6), 128.8 (C-5), 123.3 (C-7), 122.3 (C-2), 119.6 (C-3), 119.2 (C-4), 113.3 (C-8), 112.2 (C-1), 41.6 (C-10), 26.2 (C-9), 22.6 (C-12)。与文献 [32] 报道基本一致,故鉴定为 *N*-[2-(1*H*-indol-3-yl) ethyl] acetamide。

化合物 **19**: 淡黄色粉末, ESI-MS m/z : 153.1 $[M+H]^+$ 。 1H -NMR (700 MHz, CD_3OD) δ : 6.54 (1H, dd, $J=2.4, 1.5$ Hz, H-3), 5.97 (1H, d, $J=2.5$ Hz, H-5), 3.81 (3H, s, H-8), 2.02 (3H, d, $J=1.7$ Hz, H-7); ^{13}C -NMR (175 MHz, CD_3OD) δ : 189.4 (C-4), 183.5 (C-1), 160.6 (C-2), 145.3 (C-6), 134.5 (C-5), 107.9 (C-3), 56.9 (C-8), 15.4 (C-7)。与文献 [33] 报道基本一致,故鉴定为 2-methoxy-6-methyl-1, 4-benzoquinone。

化合物 **20**: 白色固体, ESI-MS m/z : 281.1 $[M+H]^+$ 。 1H -NMR (700 MHz, CD_3OD) δ : 8.27 (1H, s, H-8), 8.21 (1H, s, H-2), 6.01 (1H, d, $J=4.7$ Hz, H-1'), 4.85 (1H, m, H-3'), 4.51 (1H, m, H-2'), 4.48 (1H, m, H-4'), 3.40 (1H, m, 5'a), 3.35 (1H, m, 5'b), 2.67 (3H, s, H-7'); ^{13}C -NMR (175 MHz, CD_3OD) δ : 157.4 (C-6), 153.9 (C-2), 150.5 (C-4), 142.2 (C-8), 120.6 (C-5), 91.1 (C-1'), 79.4 (C-4'), 74.9 (C-2'), 74.4 (C-3'), 56.1 (C-5'), 38.3 (C-7')。与文献 [34] 报道基本一致,故鉴定为 5'-deoxy-5'-methylamino-9-(α -*L*-lyxofuranosyl) adenine。

化合物 **21**: 白色固体, ESI-MS m/z : 281.1 $[M+H]^+$ 。 1H -NMR (700 MHz, CD_3OD) δ : 8.25 (1H, s, H-8), 8.20 (1H, s, H-2), 6.00 (1H, d, $J=4.9$ Hz, H-1'), 4.91 (1H, m, H-3'), 4.43 (2H, m, H-2', 4'), 3.53 (1H, m, 5'a), 3.19 (1H, m, 5'b), 2.67 (3H, s, H-7'); ^{13}C -NMR (175 MHz, CD_3OD) δ : 157.4 (C-6), 153.8 (C-2), 150.4 (C-4), 142.2 (C-8), 120.9 (C-5), 91.3

(C-1'), 79.6 (C-4'), 75.0 (C-2'), 74.4 (C-3'), 58.9 (C-5'), 39.2 (C-7')。与文献 [34] 报道基本一致,故鉴定为 5'-deoxy-5'-methylamino-adenosine。

化合物 **22**: 淡黄色固体, ESI-MS m/z : 193.1 $[M+H]^+$ 。 1H -NMR (700 MHz, CD_3OD) δ : 6.19 (1H, dd, $J=2.4, 0.8$ Hz, H-2), 6.13 (1H, d, $J=2.4$ Hz, H-4), 2.55 (3H, s, H-8), 2.39 (3H, s, H-9); ^{13}C -NMR (175 MHz, CD_3OD) δ : 206.2 (C-7), 164.3 (C-5), 163.2 (C-3), 142.6 (C-1), 118.2 (C-6), 112.1 (C-2), 101.7 (C-4), 32.9 (C-8), 23.3 (C-9)。与文献 [35] 报道基本一致,故鉴定为 monapurpureusin。

化合物 **23**: 淡黄色固体, ESI-MS m/z : 180.1 $[M+H]^+$ 。 1H -NMR (700 MHz, CD_3OD) δ : 7.02 (2H, m, H-7, 11), 6.70 (2H, m, H-8, 10), 3.32 (2H, m, H-4), 2.67 (2H, m, H-5), 1.90 (3H, s, H-1); ^{13}C -NMR (175 MHz, CD_3OD) δ : 173.2 (C-1), 156.9 (C-9), 131.2 (C-6), 130.7 (C-7, 11), 116.2 (C-8, 10), 42.4 (C-4), 35.7 (C-5), 22.5 (C-1)。与文献 [36] 报道基本一致,故鉴定为 *N*-乙酰基酪胺。

化合物 **24**: 白色固体, ESI-MS m/z : 167.1 $[M+H]^+$ 。 1H -NMR (700 MHz, CD_3OD) δ : 7.31 (2H, m, H-7, 11), 7.25 (3H, m, H-8, 9, 10), 4.88 (1H, m, H-4), 4.03 (1H, m, H-2), 2.98 (2H, m, H-5), 2.34 (1H, ddd, $J=13.3, 8.2, 4.0$ Hz, H-3a), 2.18 (1H, ddd, $J=13.3, 7.7$ Hz, H-3b); ^{13}C -NMR (175 MHz, CD_3OD) δ : 179.1 (C-1), 137.6 (C-6), 130.7 (C-7, 11), 129.6 (C-8, 10), 127.9 (C-9), 79.8 (C-4), 68.0 (C-2), 41.9 (C-5), 36.3 (C-3)。与文献 [35] 报道基本一致,故鉴定为 *trans*-harzialactone A。

化合物 **25**: 无色固体, ESI-MS m/z : 183.1 $[M+H]^+$ 。 1H -NMR (700 MHz, $DMSO-d_6$) δ : 4.40 (2H, d, $J=5.6$ Hz, 3-OH, 4-OH), 4.32 (2H, t, $J=5.7$ Hz, 1-OH, 6-OH), 4.13 (2H, d, $J=7.2$ Hz, 2-OH, 5-OH), 3.37~3.62 (8H, m, H-1, 2, 3, 4, 5, 6); ^{13}C -NMR (175 MHz, $DMSO-d_6$) δ : 71.3 (C-2, 5), 69.7 (C-3, 4), 63.9 (C-1, 6)。与文献 [37] 报道基本一致,故鉴定为 *D*-甘露醇。

4 结论

本实验从冬虫夏草内生菌 *F. solani* 中分离鉴定出 25 个化合物,主要为环二肽类,其中化合物

1~17、19~24 为首次从该真菌的次生代谢产物中发现。该类成分在抗肿瘤、抑菌、免疫调节、抗氧化、杀虫等方面均显示出较好的生物活性,可为冬虫夏草相关药物开发提供新思路。

参考文献:

- [1] 国家药典委员会. 中华人民共和国药典: 2020 年版一部[S]. 北京: 中国医药科技出版社, 2020.
- [2] 肖 瑛, 胡雪峰, 陶盛昌, 等. 鲜冬虫夏草药理作用研究进展[J]. 亚太传统医药, 2018, 14(4): 80-85.
- [3] 阎 佳, 张学玉, 刘 锐. 金水宝胶囊临床应用和药理作用的研究进展[J]. 中国临床药理学杂志, 2019, 35(4): 406-408.
- [4] 胡桂萍, 郑雪芳, 尤民生, 等. 植物内生菌的研究进展[J]. 福建农业学报. 2010, 25(2): 226-234.
- [5] 龙 锡, 严 希, 洪佳丽, 等. 植物种子内生菌的研究进展[J]. 浙江农业科学, 2016, 57(8): 1319-1324.
- [6] 淳于纬训. 四株碱性生境真菌次生代谢产物及其抑菌活性的研究[D]. 昆明: 云南大学, 2017.
- [7] Summerell B A, Laurence M H, Liew E C Y, et al. Biogeography and phylogeography of *Fusarium*: a review[J]. *Fungal Divers*, 2010, 44(1): 3-13.
- [8] Wei J H, Wu B. Chemistry and bioactivities of secondary metabolites from the genus *Fusarium*[J]. *Fitoterapia*, 2020, 146(1): 104-105.
- [9] Xin X L, Su D H, Sa D, et al. Novel microbial transformation of resibufogenin by *Fusarium solani*[J]. *J Asian Nat Prod Res*, 2011, 13(9): 831-837.
- [10] Luo G Y, Zheng L, Wu Q L, et al. Fusarins G-L with inhibition of NO in RAW264.7 from marine-derived fungus *Fusarium solani* 7227[J]. *Marine Drugs*, 2021, 19(6): 305.
- [11] Chowdhury N S, Sohrab M H, Rana M S, et al. Cytotoxic naphthoquinone and azaanthraquinone derivatives from an endophytic *Fusarium solani*[J]. *J Nat Prod*, 2017, 80(4): 1173-1177.
- [12] Liu S Z, Yan X, Tang X X, et al. New bis-alkenoic acid derivatives from a marine-derived fungus *Fusarium solani* H915 [J]. *Marine Drugs*, 2018, 16(12): 483.
- [13] 冯 丹, 秦玲玲, 郑东滨, 等. 冬虫夏草内生菌皮壳青霉菌化学成分的研究[J]. 中成药, 2019, 41(8): 1863-1867.
- [14] 李小华, 曹钰镁, 金梦莹, 等. 冬虫夏草内生真菌 *Nigrospora oryzae* 的化学成分分离鉴定[J]. 中国实验方剂学杂志, 2019, 25(22): 126-131.
- [15] Cronan J M, Davidson T R, Singleton F L, et al. Plant growth promoters isolated from a marine bacterium associated with *Palythoa* sp. [J]. *Nat Prod Lett*, 1998, 11(4): 271-278.
- [16] Yang B, Dong J D, Zhou X F, et al. Proline-containing dipeptides from a marine sponge of a *Callyspongia* Species[J]. *Helv Chim Acta*, 2009, 92(6): 1112-1117.
- [17] Hwang J T, Jang H J, Kim J H, et al. *Lactococcus lactis* KR-050L inhibit IL-6/STAT3 activation [J]. *J Appl Microbiol*, 2017, 122(5): 1412-1422.
- [18] 舒尊鹏, 李新莉, 徐炳清, 等. 锦灯笼中哌嗪类化学成分研究[J]. 中草药, 2014, 45(4): 471-475.
- [19] 彭文文, 黄茂波, 宋卫武, 等. 中药枳壳中环肽成分的研究[J]. 天然产物研究与开发, 2014, 26(9): 1416-1420.
- [20] 张炳火, 李一青, 杨晓军, 等. 一株 *Streptosporangium* sp. 次生代谢产物研究 I [J]. 天然产物研究与开发, 2005, 17(3): 287-289.
- [21] 鄂恒超, 汤 华, 刘宝妹, 等. 仿刺参共生放线菌 *Kytococcus* sp. 中的环二肽成分[J]. 中国海洋药物, 2013, 32(2): 31-36.
- [22] 黄玉玲, 马丽英, 荣先国, 等. 佩特曲霉菌次生代谢产物的研究[J]. 中成药, 2017, 39(7): 1415-1419.
- [23] Huang L P, Luo D Z, Fu R R, et al. A sesquiterpene glycoside and phenylalanine derivatives from *Tinospora sinensis* [J]. *Fitoterapia*, 2019, 137(2): 246-247.
- [24] 鄂恒超, 汤 华, 刘宝妹, 等. 仿刺参共生放线菌 *Kytococcus* sp. 中的环二肽成分[J]. 中国海洋药物, 2013, 32(2): 31-36.
- [25] Shigemori H, Tenma M, Shimazaki K, et al. Three new metabolites from the marine yeast *Aureobasidium pullulans*[J]. *J Nat Prod*, 1998, 61(5): 696-698.
- [26] 郭 琼, 王 剑, 姚俊华, 等. 一株南海珊瑚细菌 L-4 抗肿瘤活性次生代谢产物研究[J]. 中山大学学报 (自然科学版), 2013, 52(3): 77-82.
- [27] 黄玉玲, 马丽英, 荣先国, 等. 佩特曲霉菌次生代谢产物的研究[J]. 中成药, 2017, 39(7): 1415-1419.
- [28] Asiri I A M, Badr J M, Youssef D T A. Penicillivacinine, antimigratory diketopiperazine alkaloid from the marine-derived fungus *Penicillium vinaceum* [J]. *Phytochem Lett*, 2015, 13(1): 53-58.
- [29] Ivanova V, Laatsch H, Kolarova M, et al. Structure elucidation of a new natural diketopiperazine from a *Microbispora aerata* strain isolated from Livingston Island, Antarctica[J]. *Nat Prod Res*, 2013, 27(2): 164-170.
- [30] Mondol M A M, Farhouse J, Islam M T, et al. A new lactone from *Chaetomium globosum* strain M65 that inhibits the motility of zoospores [J]. *Nat Prod Commun*, 2016, 11(12): 1865-1868.
- [31] Tian S Z, Yang Y B, Liu K, et al. Antimicrobial metabolites from a novel halophilic actinomycete *Nocardopsis terrae* YIM 90022[J]. *Nat Prod Res*, 2014, 28(5): 344-346.
- [32] Anouhe J B S, Adima A A, Niamké F B, et al. Dicorynamine and harmalan-N-oxide, two new beta-carboline alkaloids from *Dicorynia guianensis* Amsh heartwood [J]. *Phytochem Lett*, 2015, 12: 158-163.
- [33] Gunatilaka A A L, Berger J M, Evans R, et al. Isolation, synthesis, and structure-activity relationships of bioactivebenzoquinones from *Miconia lepidota* from the suriname rainforest[J]. *J Nat Prod*, 2001, 64(1): 2-5.
- [34] Miao B J, Chen J, Shao J H, et al. A new adenine glycoside from the flowers of *brassica rapa*[J]. *Chem Nat Compd*, 2018,

- 54(2): 327-329.
- [35] Chen B, Yin H F, Wang Z S, *et al.* New synthesis of harzialactone A *via* kinetic resolution using recombinant *Fusarium proliferatum* lactonase [J]. *Tetrahedron*, 2010, 21 (2): 237-240.
- [36] Zhao P J, Li G H, Shen Y M. New chemical constituents from the endophyte *Streptomyces* species LR4612 cultivated on *Maytenus hookeri* [J]. *Chem Biodivers*, 2010, 3(3): 337-342.
- [37] 巢剑非, 殷志琦, 叶文才, 等. 构树的化学成分研究[J]. 中国中药杂志, 2006, 31(13): 1078-1080.

毛大丁草化学成分的研究 (II)

黄鸿运^{1,2}, 吴莹莹^{1,2}, 马 雪¹, 杨 畅³, 巩仔鹏³, 刘春花¹, 李勇军^{1*}

(1. 贵州医科大学民族药与中药开发应用教育部工程研究中心/省部共建药用植物功效与利用国家重点实验室, 贵州 贵阳 550004; 2. 贵州医科大学药学院, 贵州 贵阳 550004; 3. 贵州医科大学, 贵州省药物制剂重点实验室, 贵州 贵阳 550004)

摘要: 目的 研究毛大丁草 *Gerbera piloselloides* (Linn.) Cass 化学成分。方法 毛大丁草 70% 乙醇提取物采用 ODS、硅胶、Sephadex LH-20 进行分离纯化, 根据理化性质及波谱数据鉴定所得化合物的结构。结果 从中分离得到 14 个化合物, 分别鉴定为齐墩果酸 (1)、2, 7-二羟基咕吨酮 (2)、丁香树脂醇-4"-O-β-D-葡萄糖苷 (3)、芹菜素-7-O-β-D-葡萄糖苷 (4)、1-O-β-D-吡喃葡萄糖- (2S, 3S, 4R, 8E) -2- [(2'R) -2'-羟基棕榈酰胺] -8-十八烯-1, 3, 4-三醇 (5)、木犀草素-7-O-β-D-葡萄糖苷 (6)、核黄素 (7)、木犀草素-7-O-β-D-芦丁糖苷 (8)、4- (4-O-β-glucopyranosyl-phenoxy) -1-O-β-glucopyranosyl-1, 3-benzenediol (9)、熊果苷 (10)、芹菜素-7-O-β-D-芦丁糖苷 (11)、告达亭 (12)、di (β-arb) (13)、fipsomin (14)。结论 化合物 1~3、5、8~9、12~14 为首次从大丁草属植物中发现。

关键词: 毛大丁草; 化学成分; 结构鉴定

中图分类号: R284.1

文献标志码: A

文章编号: 1001-1528(2022)09-2873-05

doi:10.3969/j.issn.1001-1528.2022.09.022

Chemical constituents from *Gerbera piloselloides* (II)

HUANG Hong-yun^{1,2}, WU Ying-ying^{1,2}, MA Xue¹, YANG Chang³, GONG Zi-peng³,
LIU Chun-hua¹, LI Yong-jun^{1*}

(1. Ministry of Education Engineering Research Center for Development and Application of Ethnic Medicine and TCM/State Key Laboratory for Functions and Applications of Medicinal Plants Co-founded by Guizhou Province and MOST, Guizhou Medical University, Guiyang 550004, China; 2. College of Pharmacy, Guizhou Medical University, Guiyang 550004, China; 3. Guizhou Provincial Key Laboratory for Pharmaceuticals, Guizhou Medical University, Guiyang 550004, China)

ABSTRACT: AIM To study the chemical constituents from *Gerbera piloselloides* (Linn.) Cass. **METHODS** The 70% ethanol extract from *G. piloselloides* was isolated and purified by ODS, silica and Sephadex LH-20, then the structures of obtained compounds were identified by physicochemical properties and spectral data. **RESULT** Fourteen compounds were isolated and identified as oleanic acid (1), 2, 7-dihydroxyxanthone (2), syringaresinol-4"-O-β-D-glucopyranoside (3), apigenin-7-O-β-D-glucopyranoside (4), 1-O-β-D-glucopyranosyl- (2S, 3S, 4R, 8E) -2- [(2'R) -2'-hydroxypalmitoylamino] -8-octadecene-1, 3, 4-triol (5), luteolin-7-O-β-D-glucoside (6), riboflavin (7), luteolin-7-O-β-D-lutinoside (8), 4- (4-O-β-glucopyranosyl-phenoxy) -1-O-β-

收稿日期: 2021-11-22

基金项目: 国家自然科学基金项目 (U1812403); 贵州省科技计划项目 (20192779); 贵州省科学技术厅人才团队项目 (20165677)

作者简介: 黄鸿运 (1997—), 女, 硕士生, 研究方向为中药药效物质基础及质量标准。E-mail: 2063641374@qq.com

* 通信作者: 李勇军 (1973—), 男, 教授, 博士生导师, 研究方向为中药制剂工艺、质量标准及药效物质基础。E-mail: liyongjun026@

126.com