

参考文献:

[1] Yang L, Liu Y Q, Wang M, *et al.* *Celastrus orbiculatus* extract triggers apoptosis and autophagy *via* PI3K/Akt/mTOR in hibition in human colorectal cancer cells[J]. *Oncol Lett*, 2016, 12(5): 3771-3778.

[2] Zhu Y D, Liu Y Q, Qian Y Y, *et al.* Antimetastatic effects of *Celastrus Orbiculatus* on human gastric adenocarcinoma by inhibiting epithelial-mesenchymal transition and NF-κB/Snail signaling pathway [J]. *Integr Cancer Ther*, 2015, 14 (3): 271-281.

[3] Gu H, Jin F, Wang H B, *et al.* *Celastrus orbiculatus* extract inhibits the migration and invasion of human glioblastoma cells *in vitro*[J]. *BMC Complement Altern Med*, 2016, 16(1): 387.

[4] 杨蒙蒙, 佟 丽. 南蛇藤乙醇提取物的免疫调节作用研究 [J]. 中国药房, 2010, 21(31): 2884-2885.

[5] 郑雪霞, 王 强, 林昌松, 等. 林昌松治疗类风湿关节炎经验[J]. 广州中医药学报, 2020, 37(5): 965-969.

[6] Eder B, Walmir G, Lidilhone H, *et al.* Bioactive pentacyclic triterpenes from the stems of *Combretum laxum*[J]. *Molecules*, 2008, 13(11): 2717-2728.

[7] Genet C, Strehle A, Schmidt C, *et al.* Structure-activity relationship study of betulinic acid, a novel and selective TGR5 agonist, and its synthetic derivatives: potential impact in diabetes[J]. *J Med Chem*, 2010, 53(1): 178-190.

[8] Tang J, Supinya T, Wang Z T, *et al.* Aurantiamide acetate from stems of *Zanthoxylum Dissitum* Hemsley[J]. *J Chin Pharm Sci*, 2003, 12(4): 231-233.

[9] Shoji Y, Tetsu O, Reiko S, *et al.* Isoflavan and related compounds from *Dalbergia odorifera*. I[J]. *Chem Pharm Bull*, 1989, 37(4): 979-987.

[10] Veitch N C, Sutton P S E, Kite G C, *et al.* Six new isoflavones and a 5-deoxyflavonol glycoside from the leaves of *Ateleiaherbert-smithii*[J]. *J Nat Prod*, 2003, 66(2): 210-216.

[11] Siddaiah V, Rao C V, Venkateswarlu S, *et al.* Synthesis, stereochemical assignments, and biological activities of homoisoflavonoids [J]. *Bioorg Med Chem*, 2006, 14 (8): 2545-2551.

[12] 马瑞婧, 杨巡纭, 王吉华, 等. 喙莢云实酚性成分研究 [J]. 中国中药杂志, 2013, 38(7): 1014-1017.

枸唇石斛化学成分研究

杨宗玉, 张 瑜, 杨 进, 罗婉丽, 张茂生, 王 刚, 孙成新, 董敏健, 肖世基*
(遵义医科大学药学院, 贵州 遵义 563000)

摘要: **目的** 研究枸唇石斛 *Dendrobium moschatum* (Buch. -Ham.) Sw. 的化学成分。**方法** 枸唇石斛 90% 甲醇提取物运用各种柱色谱和制备液相色谱分离纯化, 根据理化性质及波谱数据鉴定所得化合物的结构。**结果** 从中分离纯化得到 11 个化合物, 分别为香豆素 (1)、2, 5-二羟基-4-甲氧基-9, 10-二氢菲 (2)、4-甲氧基菲-2, 5-二醇 (3)、ozoroalide (4)、(9*Z*, 11*E*)-13-羟基-9, 11-十八碳二烯酸 (5)、5-羟基-3-甲氧基-联苳 (6)、4, 4'-二羟基-3, 3', 5-三甲氧基联苳 (7)、山药素Ⅲ (8)、邻羟基苯丙酸甲酯 (9)、邻羟基苯丙酸乙酯 (10)、2-乙酰氧基苯丙酸甲酯 (11)。**结论** 化合物 2~11 为首次从枸唇石斛中分离得到, 其中化合物 4、5、9、10 为首次从兰科植物中分离得到, 化合物 11 为新的天然产物。

关键词: 枸唇石斛; 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)11-3517-05

doi: 10. 3969/j. issn. 1001-1528. 2022. 11. 020

Chemical constituents from *Dendrobium moschatum*

YANG Zong-yu, ZHANG Yu, YANG Jin, LUO Wan-li, ZHANG Mao-sheng, WANG Gang, SUN Cheng-xin, DONG Min-jian, XIAO Shi-ji*

收稿日期: 2022-02-20

基金项目: 国家自然科学基金 (82060706); 贵州省科技厅科技计划项目 (黔科合基础 [2020] 1Y402); 遵义市科技局人才团队项目 (遵市科人才 [2020] 10)

作者简介: 杨宗玉 (1998—), 女, 硕士生, 研究方向为天然药物化学。Tel: 13990048203, E-mail: 1358034140@qq.com

*** 通信作者:** 肖世基 (1983—), 男, 博士, 教授, 研究方向为天然药物化学。Tel: (0851) 8266041, E-mail: sjxiao@zmu.edu.cn

(School of Pharmacy, Zunyi Medical University, Zunyi 563000, China)

ABSTRACT: AIM To study the chemical constituents from *Dendrobium moschatum* (Buch. -Ham.) Sw. **METHODS** The 90% methanol extract from *D. moschatum* was isolated and purified by various column chromatography and preparative liquid chromatography, then the structures of obtained compounds were identified by physicochemical properties and spectral data. **RESULTS** Eleven compounds were purified and identified as coumarin (**1**), 9, 10-dihydro-4-methoxy-2, 5-phenanthrenediol (**2**), 4-methoxy-2, 5-phenanthrenediol (**3**), ozoroalide (**4**), 13-hydroxy-9 (*Z*), 11 (*E*)-octadecadienoic acid (**1**)-coriolic acid (**5**), 3-*O*-methyl dihydropinosylvin (**6**), 4, 4'-dihydroxy-3, 3', 5-trimethoxybiphenyl (**7**), batatasin III (**8**), methyl melilotate (**9**), ethyl melilotate (**10**), and methyl 2-(acetyloxy) benzenepropanoate (**11**). **CONCLUSION** Compounds **2-11** are isolated from *D. moschatum* for the first time. Compounds **4**, **5**, **9**, and **10** were isolated from the family Orchidaceae for the first time, and compound **11** is a new natural product. **KEY WORDS:** *Dendrobium moschatum* (Buch. -Ham.) Sw.; chemical constituents; isolation and identification

石斛为“药食同源”的常用名贵中药材之一，始载于《神农本草经》，具有增强脾胃、活津止渴、清热等功能，在我国拥有 2 000 多年的用药历史，民间广泛应用于治疗热病津伤、口干烦渴、病后虚热等多种病症。石斛所含化学成分复杂，石斛属植物富含糖类、生物碱类、联苳类、菲类、香豆素类、萜酮类、甾体皂苷、二萜类等化学成分^[1]。杓唇石斛 *Dendrobium moschatum* (Buch. -Ham.) Sw. 通常被用作园艺观赏植物，主要分布于中国云南省南部到西部地区，并生长在海拔 1 300 m 的树干上。杓唇石斛新鲜花序和叶片富含精油^[2-3]。从杓唇石斛中分离出的联苳衍生物杓唇石斛素，具有抗肿瘤^[4-7]、抑制血管新生^[8]、抗炎^[9]等功能，其结构简单，药理活性广，具有广阔的开发前景。但现今对该植物化学成分的研究报道很少，本文以杓唇石斛全株为研究对象，运用各种色谱分离技术对其甲醇提取部分的化学成分进行分离，利用波谱技术对化合物进行化学结构鉴定。

1 材料

LC-3000 型半制备型高效液相色谱仪（北京创新通恒科技有限公司）；分析型高效液相色谱仪（大连依利特分析仪器有限公司）；Sepacore 型中压制备系统（瑞士 Buchi 公司）；RE-2000A 型旋转蒸发器（上海亚荣仪器生化仪器厂）；ZF-7 型暗箱三用紫外线分析仪（上海嘉鹏科技有限公司）；KQ-500DE 数控超声波清洗器（昆山市超声仪器有限公司）；SHB-ⅢA 循环水式多用真空泵（郑州长城科工贸有限公司）；半制备 C₁₈ 柱（日本 YMC 公司）；Finnigan LCQ^{DECA} 型质谱仪（德国 Bruker 公司）；分析 C₁₈ 柱、Agilent DD2400-MR 型核磁共振仪（美国 Agilent 公司）；FA2004N 电子天平（上

海菁海仪器有限公司）；硅胶（青岛鼎康硅胶有限公司）。甲醇、乙腈（色谱纯，成都市科龙化工试剂厂）。

杓唇石斛全草，采摘于云南保山，经由遵义医科大学吴发明教授鉴定为兰科植物杓唇石斛 *Dendrobium moschatum* (Buch. -Ham.) Sw.，保存于遵义医科大学药学院。

2 提取与分离

将 22.0 kg 新鲜的杓唇石斛切段，阳光下曝晒后粉碎，干粉重 4.5 kg，室温下用 10 倍体积的 90% 甲醇超声提取 30 min，共提 3 次，合并提取液，用滤纸过滤，滤液经 MCI 柱，甲醇-水（90：10）洗脱，除掉叶绿素，减压浓缩得甲醇浸膏 213.8 g；将甲醇浸膏转移至烧杯中，加入蒸馏水使其分散，分别用乙酸乙酯、正丁醇各萃取 3 次，减压浓缩，得到乙酸乙酯浸膏 30.0 g、正丁醇浸膏 50.0 g。

将正丁醇部分浸膏经硅胶柱色谱，石油醚-乙酸乙酯-甲醇（1：1：0~0：1：1）梯度洗脱，得 3 个组分，分别将这 3 个组分减压浓缩，得到乙酸乙酯-石油醚（1：1）浸膏 2.1 g、乙酸乙酯浸膏 1.9 g、乙酸乙酯-甲醇（1：1）浸膏 25.7 g；经分析型高效液相色谱仪分析由正丁醇部分得到的这 3 个部分的浸膏，与乙酸乙酯浸膏对比分析后发现乙酸乙酯浸膏（正丁醇部分）、石油醚-乙酸乙酯（1：1）浸膏（正丁醇部分）与乙酸乙酯浸膏有较多相似的成分，将这 3 部分合并，得到浸膏（34.0 g）。将浸膏（34.0 g）经中压硅胶柱色谱，石油醚-乙酸乙酯（20：1~0：1）梯度洗脱及 TLC 检测分析合并后，共得到 Fr. 1~Fr. 11。

Fr. 7 经梯度洗脱，经 TLC 检测后合并，减压

浓缩后,加入甲醇溶解,加入 MCI 填料拌样经反相制备 HPLC,甲醇-水 (30 : 70~100 : 0) 进行梯度洗脱,减压浓缩,TLC 检测分析后合并得到 Fr. 7.1~Fr. 7.21。Fr. 7.10 经反相制备 HPLC,甲醇-水 (61 : 39) 洗脱得到化合物 **2** (12.0 mg); Fr. 7.14 经反相制备 HPLC,甲醇-水 (74 : 26) 洗脱得到化合物 **4** (11.0 mg); Fr. 7.19 经反相制备 HPLC,甲醇-水 (85 : 15) 洗脱得到化合物 **5** (7.8 mg)。

Fr. 5 梯度洗脱合并,减压浓缩,加入甲醇溶解,加入 MCI 填料拌样经反相制备 HPLC,甲醇-水 (10 : 90~100 : 0) 进行梯度洗脱,减压浓缩,TLC 检测分析后合并得到 Fr. 5.1~Fr. 5.14,溶剂挥发后,Fr. 5.3 呈白色结晶状,反复重结晶后得到化合物 **1** (14.5 mg)。Fr. 5.7 经反相制备 HPLC,甲醇-水 (86 : 14) 洗脱得到化合物 **6** (2.0 mg); 取 Fr. 5.4 经反相制备 HPLC,甲醇-水 (86 : 14) 洗脱得到化合物 **9** (18.6 mg)。

Fr. 9 梯度洗脱合并,减压浓缩,加入甲醇溶解,加入 MCI 填料拌样经反相制备 HPLC,甲醇-水 (30 : 70~100 : 0) 进行梯度洗脱,TLC 检测观察分析后合并得到 Fr. 9.1~Fr. 9.15,溶剂挥发后,样品 Fr. 9.10 呈砖红色粉末状,加甲醇多次润洗后得到化合物 **3** (35.6 mg)。Fr. 9.7 经反相制备 HPLC,乙腈-水 (39 : 61) 洗脱得到化合物 **7** (35.0 mg)、化合物 **8** (5.0 mg)、化合物 **10** (7.0 mg)。Fr. 9.1 经反相制备 HPLC,乙腈-水 (39 : 61) 洗脱得到化合物 **11** (16.4 mg)。

3 结构鉴定

化合物 **1**: 无色片晶体。¹H-NMR (400 MHz, CDCl₃) δ : 7.65 (1H, d, J = 9.5 Hz, H-3), 7.51~7.39 (2H, m, H-7, 8), 7.30~7.18 (2H, m, H-5, 6), 6.35 (1H, d, J = 7.1 Hz, H-4)。经波谱数据和文献 [10] 对照鉴定化合物 **1** 为香豆素。

化合物 **2**: 无色针状结晶,分子式 C₁₅H₁₄O₃, ESI-MS m/z : 241.1 [M-H]⁻。¹H-NMR (400 MHz, CD₃OD) δ : 7.05 (1H, t, J = 7.7 Hz, H-7), 6.81 (2H, d, J = 7.7 Hz, H-6, 8), 6.54 (1H, d, J = 2.1 Hz, H-3), 6.49 (1H, d, J = 2.1 Hz, H-1), 3.93 (3H, s, 4-OCH₃), 2.62 (4H, d, J = 6.2 Hz, H-9, 10); ¹³C-NMR (100 MHz, CD₃OD) δ : 157.5 (s, C-2), 155.4 (s, C-4), 153.0 (s, C-5), 143.2 (s, C-10a), 140.4 (s, C-8a),

126.9 (s, C-7), 120.6 (m, C-4b), 119.2 (s, C-8), 116.8 (s, C-6), 113.6 (s, C-4a), 108.6 (s, C-1), 98.7 (s, C-3), 56.1 (s, 4-OCH₃), 30.9 (s, C-9), 30.6 (s, C-10)。经波谱数据和文献 [11] 对照鉴定化合物 **2** 为 2, 5-二羟基-4-甲氧基-9, 10-二氢菲。

化合物 **3**: 无色针状结晶。¹H-NMR (400 MHz, CD₃COCD₃) δ : 9.51 (1H, s, OH-5), 8.96 (1H, s, OH-2), 7.61 (1H, t, J = 9.1 Hz, H-9), 7.50 (1H, d, J = 8.8 Hz, H-10), 7.43 (1H, q, J = 3.7 Hz, H-7), 7.40 (1H, dd, J = 7.8, 2.2 Hz, H-8), 7.11 (1H, dd, J = 7.0, 2.2 Hz, H-6), 7.07 (1H, d, J = 2.5 Hz, H-1), 6.99 (1H, d, J = 2.5 Hz, H-3), 4.14 (3H, s, 4-OCH₃); ¹³C-NMR (100 MHz, CD₃COCD₃) δ : 156.4 (s, C-2), 155.5 (s, C-4), 154.3 (s, C-5), 136.2 (s, C-8a), 134.1 (s, C-10a), 128.9 (s, C-9), 126.6 (s, C-7), 126.1 (s, C-10), 120.2 (s, C-8), 118.9 (s, C-4b), 116.1 (s, C-6), 113.0 (s, C-4a), 106.9 (s, C-1), 101.5 (s, C-3), 57.6 (s, 4-OCH₃)。经波谱数据和文献 [12] 对照鉴定化合物 **3** 为 4-甲氧基菲-2, 5-二醇。

化合物 **4**: 浅黄色固体。¹H-NMR (400 MHz, CD₃COCD₃) δ : 6.31 (1H, s, H-12), 6.29 (1H, s, H-14), 5.10 (1H, td, J = 6.4, 3.1 Hz, H-3), 3.73 (3H, s, 13-OCH₃), 2.86 (1H, s, H-10a), 2.71~2.62 (1H, m, H-10b), 2.43 (1H, dd, J = 6.4, 3.1 Hz, H-4a), 1.89 (1H, dd, J = 9.1, 6.4 Hz, H-5a), 1.59 (4H, d, J = 5.6 Hz, H-4b, 5b, 6a, 9a), 1.39 (3H, s, H-17), 1.25 (4H, d, J = 6.4 Hz, H-7, 8), 1.21~1.13 (2H, m, H-6b, 9b); ¹³C-NMR (100 MHz, CD₃COCD₃) δ : 168.7 (s, C-1), 160.0 (s, C-15), 158.9 (s, C-13), 143.3 (s, C-11), 118.1 (s, C-16), 108.8 (s, C-12), 97.4 (s, C-14), 72.0 (s, C-3), 56.1 (s, 13-OCH₃), 33.2 (s, C-4), 31.0 (s, C-10), 30.6 (s, C-9), 27.5 (s, C-8), 25.9 (s, C-7), 25.3 (s, C-6), 21.6 (s, C-5), 19.9 (s, C-17)。经波谱数据和文献 [13] 对照化合物鉴定化合物 **4** 为 ozoroidalide。

化合物 **5**: 浅黄色油状物,分子式 C₁₈H₃₂O₃, ESI-MS m/z : 295.2 [M-H]⁻。¹H-NMR (400 MHz, CD₃COCD₃) δ : 6.50 (1H, dd, J = 15.0, 11.3

Hz, H-11), 5.96 (1H, t, $J = 11.0$ Hz, H-10), 5.65 (1H, dd, $J = 15.1, 6.3$ Hz, H-12), 5.36 (1H, dd, $J = 18.4, 7.9$ Hz, H-9), 4.12~4.05 (1H, m, H-13), 2.25 (2H, t, $J = 7.2$ Hz, H-2), 2.16 (2H, dd, $J = 13.7, 6.8$ Hz, H-8), 1.63~1.15 (18H, m, H-3, 7, 14~17), 0.85 (3H, t, $J = 6.4$ Hz, H-18); ^{13}C -NMR (100 MHz, CD_3COCD_3) δ : 174.9 (s, C-1), 138.6 (s, C-12), 132.0 (s, C-9), 129.4 (s, C-11), 125.2 (s, C-10), 72.4 (s, C-13), 38.5 (s, C-14), 34.3 (s, C-2), 32.7 (s, C-16), 30.4 (s, C-7), 29.9 (s, C-6), 29.8 (s, C-5), 28.3 (s, C-4), 28.1 (s, C-8), 26.0 (s, C-15), 25.7 (s, C-3), 23.4 (s, C-17), 14.4 (s, C-18)。经波谱数据和文献 [14] 对照鉴定化合物 **5** 为 (9*Z*, 11*E*)-13-羟基-9, 11-十八碳二烯酸。

化合物 **6**: 白色块状结晶。 ^1H -NMR (400 MHz, CD_3COCD_3) δ : 7.26 (4H, ddd, $J = 16.2, 7.9, 4.1$ Hz, H-11, 12, 13, 14), 7.19~7.15 (1H, m, H-10), 6.33 (1H, d, $J = 1.6$ Hz, H-6), 6.31 (1H, d, $J = 1.9$ Hz, H-2), 6.24 (1H, t, $J = 2.2$ Hz, H-4), 3.71 (3H, s, 3-OCH₃), 2.89 (2H, dd, $J = 9.8, 6.1$ Hz, H-8), 2.80 (2H, dd, $J = 9.8, 6.1$ Hz, H-7)。经波谱数据和文献 [15] 对照鉴定化合物 **6** 为 5-羟基 3-甲氧基联苳。

化合物 **7**: 红色胶状物, 分子式 $\text{C}_{17}\text{H}_{20}\text{O}_5$, ESI-MS m/z : 303.1 $[\text{M}-\text{H}]^-$ 。 ^1H -NMR (400 MHz, CDCl_3) δ : 6.83 (1H, d, $J = 8.0$ Hz, H-5'), 6.67 (1H, dd, $J = 8.0, 1.9$ Hz, H-6'), 6.60 (1H, d, $J = 1.8$ Hz, H-2'), 6.35 (2H, s, H-2, 6), 3.82 (6H, s, 3, 5-OCH₃), 3.82 (3H, s, 3'-OCH₃), 2.80 (4H, s, H- α , α')。经波谱数据和文献 [16] 对照鉴定化合物 **7** 为 4, 4'-二羟基-3, 3', 5-三甲氧基联苳。

化合物 **8**: 白色粉末。 ^1H -NMR (400 MHz, CDCl_3) δ : 7.12 (1H, t, $J = 7.7$ Hz, H-5'), 6.73 (1H, d, $J = 7.5$ Hz, H-6'), 6.66 (1H, d, $J = 2.4$ Hz, H-4'), 6.63 (1H, d, $J = 3.3$ Hz, H-2'), 6.30 (1H, s, H-6), 6.24 (2H, d, $J = 1.5$ Hz, H-2, 4), 3.72 (3H, s, 5-OCH₃), 2.83~2.75 (4H, m, -CH₂CH₂-)。经波谱数据和文献 [17] 对照鉴定化合物 **8** 为山药素Ⅲ。

化合物 **9**: 白色粉末。 ^1H -NMR (400 MHz, CD_3COCD_3) δ : 8.32 (1H, s, OH-2), 7.09

(1H, d, $J = 7.4$ Hz, H-5), 7.04~6.98 (1H, m, H-3), 6.81 (1H, d, $J = 8.0$ Hz, H-6), 6.73 (1H, t, $J = 7.4$ Hz, H-4), 3.59 (3H, s, 3'-OCH₃), 2.88 (2H, t, $J = 7.7$ Hz, H-1'), 2.58 (2H, t, $J = 7.7$ Hz, H-2'); ^{13}C -NMR (100 MHz, CD_3COCD_3) δ : 173.0 (s, C-3'), 155.0 (s, C-2), 130.0 (s, C-1), 127.3 (s, C-5), 126.9 (s, C-3), 119.5 (s, C-6), 115.0 (s, C-4), 50.6 (s, 3'-OCH₃'), 33.5 (s, C-1'), 25.7 (s, C-2')。经波谱数据和文献 [18] 对照鉴定化合物 **9** 为邻羟基苯丙酸甲酯。

化合物 **10**: 黄褐色固体。 ^1H -NMR (400 MHz, CD_3OD) δ : 7.10 (1H, d, $J = 7.5$ Hz, H-5), 7.01 (1H, tt, $J = 6.8, 3.4$ Hz, H-3), 6.81 (1H, d, $J = 8.0$ Hz, H-6), 6.74 (1H, t, $J = 7.4$ Hz, H-4), 4.06 (2H, q, $J = 7.1$ Hz, H-4'), 2.90~2.84 (2H, m, H-1'), 2.58 (2H, dd, $J = 9.3, 6.1$ Hz, H-2'), 1.17 (3H, t, $J = 7.1$ Hz, H-5')。经波谱数据和文献 [19] 对照鉴定化合物 **10** 为邻羟基苯丙酸乙酯。

化合物 **11**: 黄色油状。 ^1H -NMR (400 MHz, CDCl_3) δ : 7.10~7.00 (2H, m, H-3, 4), 6.87~6.76 (2H, m, H-5, 6), 3.65 (3H, s, 3'-OCH₃), 2.89 (2H, t, $J = 7.0$ Hz, H-1'), 2.67 (2H, t, $J = 7.0$ Hz, H-2'), 1.98 (3H, s, 2-OCOCH₃); ^{13}C -NMR (100 MHz, CDCl_3) δ : 175.6 (s, C-3'), 173.4 (s, 2-OCOCH₃), 154.8 (s, C-2), 130.5 (s, C-6), 128.0 (s, C-4), 127.3 (s, C-5), 120.5 (s, C-1), 116.6 (s, C-3), 52.2 (s, 3'-OCH₃), 34.8 (s, C-2'), 25.4 (s, C-1'), 22.8 (s, 2-OCOCH₃)。经波谱数据和文献 [20] 对照鉴定化合物 **11** 为 2-乙酰氧基苯丙酸甲酯。

4 结论

从兰科石斛属植物杓唇石斛中分离鉴定出 11 个化合物, 化合物类型包括联苳、大环内酯、苯丙素、脂肪酸、菲、香豆素类等, 其中联苳类、菲类、香豆素类为石斛属植物的主要化学成分。此次分离得到的化合物 **2~11** 为首次从杓唇石斛中分离得到, 其中化合物 **4、5、9、10** 为首次从兰科植物中分离得到, 化合物 **11** 为新的天然产物。本实验提供该植物丰富的化学信息, 揭示杓唇石斛与其它种石斛药效物质基础上存在一定的区别, 为更好的开发利用该植物提供一定的理论数据。

参考文献:

[1] 万正辉, 黄金文, 吴范宏, 等. 石斛属植物化学成分研究概况[J]. 化学研究, 2020, 31(2): 163-170.

[2] della Cuna F S R, Boselli C, Papetti A, *et al.* Composition of volatile fraction from inflorescences and leaves of *Dendrobium moschatum* (Orchidaceae) [J]. *Nat Prod Commun*, 2018, 13 (1): 93-96.

[3] Dipika R, Saikia L R. GCMS analysis of phyto components of the musky smelling *Dendrobium-Dendrobium moschatum* [J]. *Eco Env Cons*, 2020, 26(6): 215-220.

[4] Yu C L, Weng M, Chen W C, *et al.* Moscatilin inhibits metastatic behavior of human hepatocellular carcinoma cells; a crucial role of uPA suppression *via* Akt/NF-κB-dependent pathway[J]. *Int J Mol Sci*, 2021, 22(6): 2930.

[5] Chen C A, Chen C C, Shen C C, *et al.* Moscatilin induces apoptosis and mitotic catastrophe in human esophageal cancer cells[J]. *J Med Food*, 2013, 16(10): 869-877.

[6] Zhang L, Fang Y, Xu X F, *et al.* Moscatilin induces apoptosis of pancreatic cancer cells *via* reactive oxygen species and the JNK/SAPK pathway [J]. *Mol Med Rep*, 2017, 15 (3): 1195-1203.

[7] Pai H C, Chang L H, Peng C Y, *et al.* Moscatilin inhibits migration and metastasis of human breast cancer MDA-MB-231 cells through inhibition of Akt and Twist signaling pathway[J]. *J Mol Med (Berl)*, 2013, 91(3): 347-356.

[8] Guan L, Zhou J T, Lin Q H, *et al.* Design, synthesis and antitumour and anti-angiogenesis evaluation of 22 moscatilin derivatives[J]. *Bioorg Med Chem*, 2019, 27(12): 2657-2665.

[9] Liu Y N, Pan S L, Peng C Y, *et al.* Moscatilin repressed lipopolysaccharide-induced HIF-1α accumulation and NF-κB activation in murine RAW264.7 cells[J]. *Shock*, 2010, 33 (1): 70-75.

[10] 许 莉, 王江瑞, 郭 力, 等. 金钗石斛化学成分的研究[J]. 中成药, 2018, 40(5): 1110-1112.

[11] 李来明, 李国强, 吴 霞, 等. 黄药子萜类化学成分的研究[J]. 中草药, 2014, 45(3): 328-332.

[12] 宋仕鹏, 江 凡, 李春晖, 等. 羊耳蒜化学成分的研究[J]. 中国药学杂志, 2018, 53(2): 104-108.

[13] 刘 慧, 刘寿柏, 王 昊, 等. 麻楝果实化学成分及其抗烟草青枯病菌活性的研究[J]. 天然产物研究与开发, 2019, 31(6): 1023-1029.

[14] Chen Y H, Chen P H, Wang Y, *et al.* Structural characterization and anti-inflammatory activity evaluation of chemical constituents in the extract of *Trifolium repens* L.[J]. *J Food Biochem*, 2019, 43(9): 1-23.

[15] Lin C W, Hwang T L, Chen F A, *et al.* Chemical constituents of the rhizomes of *Bletilla formosana* and their potential anti-inflammatory activity [J]. *J Nat Prod*, 2016, 79 (8): 1911-1921.

[16] 肖世基, 刘 珍, 张茂生, 等. 金钗石斛中一个新的联苄类化合物[J]. 药学报, 2016, 51(7): 1117-1120.

[17] 汪代芳, 俞桂新, 赵宁毅, 等. 金钗石斛茎的化学成分研究[J]. 中草药, 2012, 43(8): 1492-1495.

[18] Marumoto S, Miyazawa M. Microbial reduction of coumarin, psoralen, and xanthyletin by *Glomerella cingulata* [J]. *Tetrahedron*, 2010, 67(2): 495-500.

[19] 任 刚, 陈优婷, 叶金宝, 等. 铁皮石斛叶的化学成分研究[J]. 中草药, 2020, 51(14): 3637-3644.

[20] Gehrtz P H, Hirschbeck V, Fleischer I. A recyclable CO surrogate in regioselective alkoxycarbonylation of alkenes: indirect use of carbon dioxide[J]. *Chem Comm*, 2015, 51 (63): 12574-12577.