

doi: 10.3969/j.issn.0490-6756.2020.03.029

仙茅化学成分的研究

陈丽¹, 康敏², 邓小宽¹, 吴众³, 曾邦国³, 高平¹

(1. 四川大学生命科学学院生物资源与生态环境教育部重点实验室, 成都 610065;
2. 成都地奥制药集团有限公司, 成都 610041; 3. 四川国强中药饮片有限公司, 成都 610200)

摘要: 为研究仙茅(*Curculigo orchioide*s Gaertn)根茎中的化学成分, 采用硅胶柱色谱、C₁₈中压柱色谱、高压制备色谱对仙茅根茎甲醇提取物的正丁醇部位进行分离纯化, 根据化合物的波谱数据鉴定其结构。从中分离得到10个化合物, 分别鉴定为2, 6-二甲氧基苯甲酸(1)、咖啡酸(2)、原儿茶酸(3)、orchioside B(4)、curculigoside C(5)、orchioside E(6)、丁香酸(7)、hemsleyanumoid(8)、丁香酸葡萄糖苷(9)、绿原酸(10)。其中, 化合物6为1种新的酚苷类物质, 命名为orchioside E, 化合物2、8首次在仙茅中分离得到。

关键词: 仙茅; 化学成分; 结构鉴定; 酚苷

中图分类号: Q946 **文献标识码:** A **文章编号:** 0490-6756(2020)03-0591-05

Study on the chemical constituents from *Curculigo orchioide*s

CHEN Li¹, KANG Min², DENG Xiao-Kuan¹, WU Zhong³, ZENG Bang-Guo³, GAO Ping¹

(1. Key Laboratory of Bio-resource and Eco-environment of Ministry of Education,
College of Life Sciences, Sichuan University, Chengdu 610065, China;
2. Chengdu DI AO Pharmaceutical Group Co. Ltd., Chengdu 610041, China;
3. Sichuan Guoqiang Traditional Chinese Medicine Co. Ltd., Chengdu 610200, China)

Abstract: To study the chemical constituents in *Curculigo orchioide*s Gaertn rhizomes, silica gel column chromatographies, C₁₈ medium-pressure column chromatographies and high pressure preparative liquid chromatography system were used to isolate and purify the n-butanol portion of MeOH extract from the rhizomes of *Curculigo orchioide*s. The structures were identified based on spectroscopic data. Ten compounds were isolated and identified as 2,6-dimethoxybenzoic acid (1), caffeic acid (2), protocatechuic acid (3), orchioside B (4), curculigoside C (5), orchioside E (6), syringic acid (7), hemsleyanumoid (8), glucosyringic acid (9), chlorogenic acid (10). Among them, compound 6 is a new phenolic glucoside named orchioside E, compound 2 and 8 are isolated from the *Curculigo orchioide*s for the first time.

Keywords: *Curculigo orchioide*s Gaerten; Chemical constituents; Structural identification; Phenolic glucoside

1 引言

仙茅(*Curculigo orchioide*s Gaertn)是一种具有长圆柱形根状茎的小型草本植物^[1], 又名地棕、

独茅、山党参、海南参、婆罗门参, 主产于四川、贵州、云南、广西等地^[2], 以其“壮阳活性”而闻名^[3]。有研究表明仙茅提取物还具有诱导巨噬细胞活化^[4]、免疫调节^[5]、抗骨质疏松^[6]、抗氧化作用^[7]、

收稿日期: 2019-09-11

基金项目: 四川大学横向合作项目(19H0238)

作者简介: 陈丽(1994—), 女, 重庆市垫江县人, 硕士研究生, 主要研究领域为天然产物。E-mail: 1004394414@qq.com

通讯作者: 高平。E-mail: gaopsc@126.com

抑菌^[8]、神经保护^[3]、防止顺铂诱导的细胞损伤^[9]等作用。因此,该植物具有极大的药用价值,但目前多数药理活性研究还基本处于仙茅的粗提物层面,其作用机制及其具体作用成分还有待于进一步深入研究。

目前就仙茅化学成分的研究可知,仙茅富含多糖、皂苷、酚类、酚苷、萜类等化合物^[6],其中仅酚苷类物质“仙茅苷”被纳入《中国药典》作为药材的质量控制指标。然而,汪滢等^[10]在测定仙茅中多种酚苷类成分时,结果发现不同产地仙茅药材中酚苷类成分的含量差异较大,以苔黑酚类化合物的含量最高,其次为仙茅苷。相关研究说明用单一指标来评价药材的质量存在明显缺陷,研究寻找仙茅中更多的其它相关成分,进一步为仙茅建立多成分质量控制方法是必须的,也是极为重要的。

为了进一步明确仙茅中的化学成分,以期为今后仙茅的活性筛选、指纹图谱以及质量控制研究奠定基础。本实验对仙茅甲醇提取物的正丁醇萃取部位进行了系统的化学成分研究,共分离鉴定了 10 个化合物,分别为 2, 6-二甲氧基苯甲酸(1)、咖

啡酸(2)、原儿茶酸(3)、orchioside B (4)、curculigoside C(5)、orchioside E(6)、丁香酸(7)、hemsleyanumide(8)、丁香酸葡萄糖苷(9)、绿原酸(10)。

2 材料与方法

2.1 材 料

干燥仙茅根茎由四川国强中药饮片有限公司鉴定并提供。所用试剂均为分析纯或色谱纯(成都科龙化工试剂厂)。高速中药粉碎机(浙江瑞安市永历制药机械有限公司,150 摇摆式);LC3000 高效液相色谱仪(UV3000 紫外检测器,P3000 高压输液泵,北京创新通恒科技有限公司),色谱柱 InertSustain C18 (250 mm×4.6 mm,5 μm, Sepax Sapphire);C₁₈柱(YMC-C₁₈-10 μm);制备仪(北京创新通恒科技有限公司);柱色谱用硅胶 200-300 目(成都科龙化工试剂厂);玻璃层析柱(直径 10 cm,北京创新通恒科技有限公司);MicrOTOF Q II (德国 Bruker 公司);Bruker Avance II-400 MHz 和 Bruker Avance II-600 MHz spectrometer (德国 Bruker 公司)。

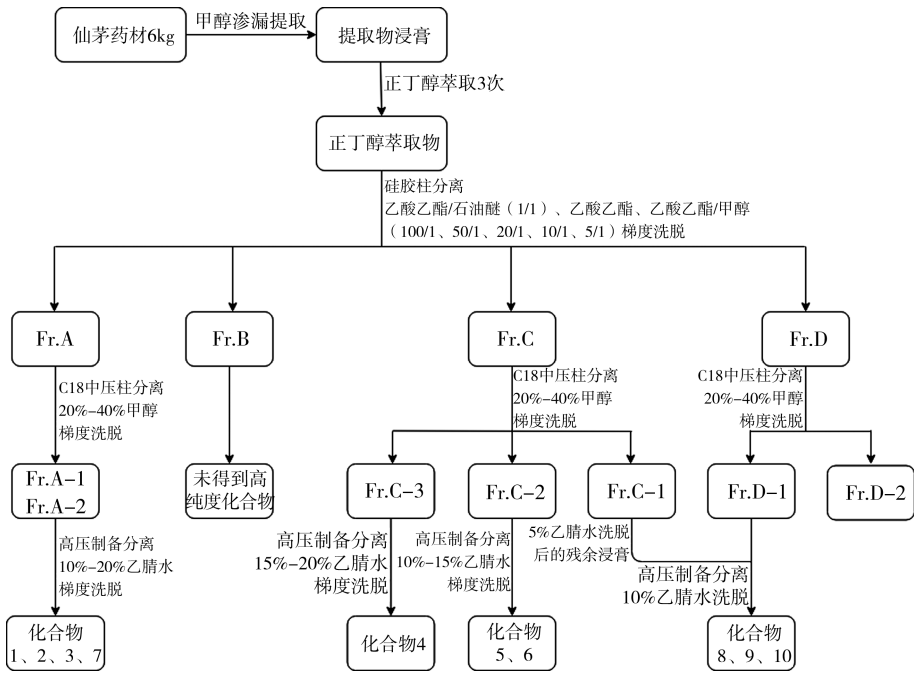


图 1 仙茅甲醇提取物正丁醇部位的分离流程图
Fig. 1 Isolation procedures of n-butanol fraction of MeOH extract from *Curculigo orchioidees*

2.2 方 法

2.2.1 提 取 取干燥的仙茅根茎 6 kg 粉碎,用 40 L 甲醇进行渗漉提取,提取液经 55 ℃ 旋蒸浓缩至无醇味,加少量水混悬后,用正丁醇连续萃取 3 次,合并萃取液并减压干燥,得到仙茅正丁醇萃取物。

2.2.2 分离纯化 采用 1 kg 硅胶进行湿法装柱(石油醚),正丁醇萃取物经甲醇溶解,加入 0.5 kg 硅胶混匀拌干后进行干法上样。分别用乙酸乙酯/石油醚(1/1)、乙酸乙酯以及乙酸乙酯/甲醇(100/1、50/1、20/1、10/1、5/1)梯度洗脱。经 HPLC 检测合并相似流份,得到 4 个组分(Fr. A-D)。Fr. A 进

一步经 C_{18} 中压色谱柱, 20%~40% 甲醇梯度洗脱, 得到含有化合物 1、2、3、7 四个成分含量较多的两个粗分段 Fr. A-1 和 Fr. A-2; 每个分段经过高压制备色谱, 均以 10%~20% 乙腈水的梯度进行细分离, 经过几次重复柱层析, 得到上述 4 个单体。Fr. B 经各种柱层析未能得到高纯度化合物。Fr. C 经 C_{18} 中压色谱柱, 20%~40% 甲醇梯度洗脱, 得到 Fr. C-1~3, 其中 Fr. C-3 经高压色谱系统, 15%~20% 乙腈水洗脱, 重复高压制备层析两次, 得到纯度高的化合物 4。Fr. C-2 段经 10%~15% 乙腈水多次高压制备色谱系统层析, 得到纯的化合物 5、6。Fr. D 经 C_{18} 中压色谱柱, 20%~40% 甲醇梯度洗脱, 得到组分 Fr. D-1、Fr. D-2。其中 Fr. D-1 与 Fr. C-1 经 5% 乙腈水洗脱过后的残余浸膏合并, 再经 10% 乙腈水多次高压制备色谱系统层析, 得到化合物 8、9、10。

3 化合物结构鉴定

化合物 1: 无色针晶。 ^1H NMR (400 MHz, DMSO) δ 12.73 (s, 1H, COOH), 7.31 (t, J = 8.4 Hz, 1H, H-4), 6.68 (d, J = 8.4 Hz, 2H, H-3, H-5), 3.75 (s, 6H, OMe-2, OMe-6); ^{13}C NMR (101 MHz, DMSO) δ 167.19 (s, COOH), 156.57 (s, C-2, C-6), 130.90 (s, C-4), 114.78 (s, C-1), 104.58 (s, C-3, C-5), 56.21 (s, OMe-2, OMe-6)。以上数据与文献报道基本一致^[11], 故化合物 1 鉴定为 2,6-二甲氧基苯甲酸, 其分子式为 $\text{C}_9\text{H}_{10}\text{O}_4$ 。

化合物 2: 白色片状结晶。 ^1H NMR (400 MHz, DMSO) δ 12.13 (s, 1H, COOH), 9.54 (s, 1H, OH), 9.15 (s, 1H, OH), 7.42 (m, 1H, H-7), 6.97 (m, 2H, H-2, H-6), 6.77 (t, J = 16.9 Hz, 1H, H-5), 6.18 (d, J = 15.9 Hz, 1H, H-8); ^{13}C NMR (101 MHz, DMSO) δ 168.38 (s, COOH), 148.59 (s, C-7), 146.01 (s, C-4), 145.06 (s, C-3), 126.15 (s, C-1), 121.62 (s, C-8), 116.20 (s, C-2), 115.56 (s, C-5), 115.08 (s, C-6)。以上数据与文献报道基本一致^[12], 故鉴定化合物 2 为咖啡酸, 分子式为 $\text{C}_9\text{H}_8\text{O}_4$, 并且首次在仙茅植物中得到。

化合物 3: 无色针晶。 ^1H NMR (400 MHz, DMSO) δ 12.33 (s, 1H, COOH), 9.68 (s, 1H, OH), 9.31 (s, 1H, OH), 7.46 - 7.21 (m, 2H, H-2, H-6), 6.80 (d, J = 8.2 Hz, 1H, H-5); ^{13}C NMR (101 MHz, DMSO) δ 167.77 (s,

C-7), 150.46 (s, C-4), 145.33 (s, C-3), 122.36 (s, C-6), 122.09 (s, C-1), 116.99 (s, C-2), 115.61 (s, C-5)。以上数据与文献报道基本一致^[13], 故鉴定化合物 3 物质为原儿茶酸, 分子式为 $\text{C}_7\text{H}_6\text{O}_4$ 。

化合物 4: 白色固体。ESI-MS at m/z 460.87 $[\text{M} - \text{H}]^-$ 。 ^1H NMR (600 MHz, MeOD) δ 7.85 (m, 2H, H-2'', H-6''), 6.93 (d, J = 2.0 Hz, 1H, H-2'), 6.82 (m, 3H, H-3'', H-5'', H-5'), 6.75 (d, J = 8.1 Hz, 1H, H-6'), 4.80 (d, J = 8.5 Hz, 1H, H-1''), 4.57 (d, J = 6.0 Hz, 1H, H-1), 4.50 (s, 1H, H-2), 3.86 (dd, J = 12.0, 2.2 Hz, 1H, H-6'''), 3.69 (dd, J = 12.0, 5.6 Hz, 1H, H-6'''), 3.62 (dd, J = 9.3, 8.7 Hz, 1H, H-2''), 3.50 (t, J = 9.0 Hz, 1H, H-3'''), 3.39 (m, 1H, H-5''), 3.31 (m, 1H, H-4''), 3.11 (ddd, J = 17.3, 8.8, 5.3 Hz, 1H, H-4), 3.02 (ddd, J = 17.3, 8.5, 6.8 Hz, 1H, H-4), 2.05 (m, 1H, H-3), 1.81 (m, 1H, H-3); ^{13}C NMR (151 MHz, MeOD) δ 199.30 (s, C-5), 162.34 (s, C-4'), 145.13 (d, C-3'), 144.96 (d, C-4'), 130.48 (s, C-1'), 130.36 (s, C-2'', C-6''), 128.60 (s, C-1''), 119.34 (s, C-6'), 114.81 (d, C-2', C-5'), 114.76 (d, C-3'', C-5''), 96.03 (s, C-1'''), 78.54 (s, C-5'''), 78.10 (s, C-1), 74.60 (s, C-3''), 74.21 (s, C-2), 72.43 (s, C-2'''), 70.51 (s, C-4'''), 61.15 (s, C-6'''), 33.24 (s, C-4), 26.07 (s, C-3)。以上数据与文献报道基本一致^[14], 故化合物 4 物质为 orchioside B, 分子式为 $\text{C}_{23}\text{H}_{26}\text{O}_{10}$ 。

化合物 5: 白色固体。ESI-MS at m/z : 504.78 $[\text{M} + \text{Na}]^+$ 。 ^1H NMR (600 MHz, MeOD) δ 7.09 (d, J = 8.8 Hz, 1H, H-3), 6.92 (d, J = 3.0 Hz, 1H, H-6), 6.87 (d, J = 8.9 Hz, 1H, H-4'), 6.71 (dd, J = 8.8, 3.0 Hz, 1H, H-5'), 6.65 (d, J = 8.9 Hz, 1H, H-4), 5.44 (dd, J = 30.2, 13.0 Hz, 2H, H-7), 4.77 (d, J = 7.5 Hz, 1H, H-1'), 3.75 (d, J = 10.8 Hz, 6H, H-2', H-6', OCH₃), 3.70 (dd, J = 12.0, 5.3 Hz, 1H, H-6''a), 3.42 (ddd, J = 36.8, 15.6, 8.0 Hz, 4H, H-2'', H-3'', H-5'', H-6''b), 3.31 (dt, J = 3.2, 1.6 Hz, 1H, H-4''); ^{13}C NMR (151 MHz, MeOD) δ 166.69 (s, C-7'), 152.54 (s, C-5), 149.71 (s, C-2), 148.45 (s, C-6), 145.15 (s, C-2), 143.84 (s, C-3'), 127.15 (s, C-1), 118.77 (s, C-1'), 117.56 (s, C-3, C-4'), 115.29 (s, C-4),

115.09 (s, C-6), 107.26 (s, C-5'), 102.87 (s, C-1'), 76.72 (d, C-3''), 76.65 (d, C-5''), 73.62 (s, C-2'), 70.01 (s, C-4''), 61.99 (s, C-7), 61.21 (s, C-6'), 60.42 (s, C-2'-OMe), 55.63 (s, C-6'-OMe). 以上数据与文献基本一致^[11],故鉴定化合物 5 物质为 curculigoside C,分子式为 C₂₂H₂₆O₁₂.

化合物 6:白色固体. HR-ESI-MS at *m/z* 461.08 [M - H]⁻. ¹H NMR (400 MHz, DMSO) δ 7.75 (d, *J* = 8.7 Hz, 2H, H-2'', H-6''), 6.81 (m, 3H, H-2', H-3'', H-5''), 6.71 (d, *J* = 8.1 Hz, 1H, H-5'), 6.60 (dd, *J* = 8.1, 1.3 Hz, 1H, H-6'), 4.67 (s, 1H, H-1''), 4.49 (d, *J* = 7.9 Hz, 1H, H-1), 4.08 (dt, *J* = 11.3, 3.4 Hz, 1H, H-2), 3.70 (d, *J* = 11.2 Hz, 2H, H-6''), 3.30 (m, 2H, H-2'', H-3''), 3.16 (m, 1H, H-5''), 3.03 (m, 1H, H-4''), 2.83 (dd, *J* = 16.7, 8.3 Hz, 2H, H-4), 2.02 (dd, *J* = 7.1, 4.0 Hz, 1H, H-3), 1.31 (m, 1H, H-3). ¹³C NMR (101 MHz, DMSO) δ 198.14 (s, C-5), 162.35 (s, C-4''), 145.41 (s, C-3'), 144.80 (s, C-4'), 130.71 (s, C-2'', C-6''), 129.30 (s, C-1'), 128.76 (s, C-1''), 117.12 (s, C-6'), 115.72 (s, C-2'), 115.65 (s, C-3'', C-5''), 113.72 (s, C-5'), 92.71 (s, C-1'''), 80.95 (s, C-5'''), 79.19 (s, C-1), 78.75 (s, C-3''), 77.00 (s, C-2), 73.66 (s, C-2''), 71.19 (s, C-4''), 61.35 (s, C-6'''), 33.68 (s, C-4), 19.91 (s, C-3). 以上所得数据和文献对类似化合物进行了分析, 以上的光谱数据与之前 Gupta 等^[14]发表的关于 orchioside B(化合物 4)的数据非常相似. 化合物 6 的 H-2(δ 4.08)、H-3(δ 1.31)与 orchioside B 的 H-2(δ 4.36)、H-3(δ 1.86)的化学位移存在明显差异. 同时, 化合物 6 的 C-2(δ 77)、C-3(δ 19.91)与 orchioside B 的 C-2(δ 74.4)、C-3(δ 26.8)的化学位移也呈现出明显差异. 经检索, 这是第一个关于化合物 6 的报道, 是化合物 4 的同分异构体, 将其命名为 orchioside E, 分子式为 C₂₃H₂₆O₁₀. 化合物 6 的结构及 HMBC 相关信号见图 2.

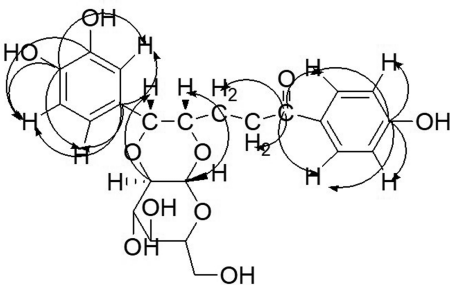


图 2 化合物 6 的结构及 HMBC 相关信号
Fig. 2 Structure and selected HMBC correlations of compound 6

化合物 7:白色固体. ¹H NMR (400 MHz, DMSO) δ 12.61 (s, 1H, COOH), 9.21 (s, 1H, OH), 7.22 (s, 2H, H-2, H-6), 3.82 (s, 6H, OMe-2, OMe-6); ¹³C NMR (101 MHz, DMSO) δ 167.71 (s, COOH), 147.89 (s, C-4), 140.64 (s, C-3, C-5), 120.81 (s, C-1), 107.29 (s, C-2, C-6), 56.41 (s, OMe-2, OMe-6). 以上数据与文献基本一致^[12],鉴定化合物 7 为丁香酸, 分子式为 C₉H₁₀O₅.

化合物 8:白色固体. ESI-MS at *m/z* 460.80 [M - H]⁻. ¹H NMR (600 MHz, MeOD) δ 7.63 (m, 2H, H-2, H-6), 7.16 (d, *J* = 8.5 Hz, 1H, H-5), 5.55 (d, *J* = 1.3 Hz, 1H, H-1''), 5.10 (d, *J* = 7.7 Hz, 1H, H-1'), 4.17 (d, *J* = 9.8 Hz, 1H, H-4'), 3.96 (d, *J* = 1.3 Hz, 1H, H-2'), 3.88 (m, 4H, OMe, H-6'), 3.76 (m, 2H, H-2', H-4'), 3.68 (dd, *J* = 12.2, 5.6 Hz, 1H, H-6'), 3.62 (t, *J* = 9.0 Hz, 1H, H-3'), 3.52 (m, 2H, H-5'), 3.46 (ddd, *J* = 9.7, 5.6, 2.3 Hz, 1H, H-5'), 3.43 (m, 1H, H-4'); ¹³C NMR (151 MHz, MeOD) δ 168.21 (s, C-7), 150.61 (s, C-4), 148.94 (s, C-3), 124.37 (s, C-6), 123.19 (s, C-1), 114.43 (s, C-5), 112.79 (s, C-2), 108.87 (s, C-1''), 98.96 (s, C-1'), 79.42 (s, C-3''), 77.36 (s, C-3'), 76.77 (s, C-5'), 76.52 (s, C-2'), 75.98 (s, C-2'), 74.11 (s, C-4''), 69.97 (s, C-4'), 64.78 (s, C-5''), 61.05 (s, C-6'), 55.02 (s, OMe). 以上数据与文献基本一致^[15],故化合物 8 物质鉴定为 hemsleyanumoid, 分子式为 C₁₉H₂₆O₁₃, 首次在该种植物中发现, 也是首次在仙茅属中发现.

化合物 9:白色粉末. ESI-MS at *m/z* 358.85 [M - H]⁻. ¹H NMR (600 MHz, DMSO) δ 12.89 (s, 1H, COOH), 7.23 (s, 2H, H-2, H-6), 5.12 (d, *J* = 7.4 Hz, 1H, H-1'), 3.81 (s, 6H, OMe-2, OMe-6); ¹³C NMR (151 MHz, DMSO) δ 167.36 (s, COOH), 152.72 (s, C-3, C-5), 138.69 (s, C-4), 126.09 (s, C-1), 107.81 (s, C-2, C-6), 102.41 (s, C-1'), 77.84 (s, C-3'), 77.10 (s, C-5'), 74.65 (s, C-2'), 70.36 (s, C-4'), 61.28 (s, C-6'), 56.84 (s, OMe-2, OMe-6). 以上数据与文献报道基本一致^[2],化合物 9 鉴定为丁香酸葡萄糖苷, 分子式为 C₁₅H₂₀O₁₀.

化合物 10:白色固体. ESI-MS at *m/z* 352.69 [M - H]⁻. ¹³C NMR (151 MHz, MeOD) δ 174.13 (m, C-7'), 167.64 (m, C-9), 148.13 (s, C-3),

145.64 (s, C-7), 145.37 (s, C-4), 126.43 (s, C-1), 121.56 (s, C-6), 115.12 (s, C-2), 114.03 (s, C-5), 113.83 (s, C-8), 75.17 (m, C-1'), 72.93 (s, C-4'), 71.25 (m, C-5'), 70.56 (m, C-3'), 38.55 (m, C-2'), 36.95 (m, C-6'). 上述数据与文献报道基本一致^[16],故化合物 10 鉴定为绿原酸,分子式为 $C_{16}H_{18}O_9$ 。

4 讨论

此次分得的化合物主要分为两大类,即酚酸类物质和酚苷物质。其中,化合物 6 为 1 个新的酚苷类物质,命名为 orchioside E;化合物 2 和 8 则首次在仙茅科仙茅属植物中分离得到。该结果拓宽了对仙茅物质基础的认识,也为合理有效开发利用该资源提供了科学依据。其中属于酚酸类物质的咖啡酸^[17]、原儿茶酸^[18]、丁香酸^[19]、绿原酸^[20]在已有报道中表明具有较好的生物活性。因此,除酚苷类物质代表“仙茅苷”外,具有较好生物活性的酚酸类成分可考虑作为仙茅药材质量控制指标的选择之一,而对于得到的新物质后续可进一步研究其生物活性。

参考文献:

- [1] Hejazi I I, Khanam R, Mehdi S H, *et al.* Antioxidative and anti-proliferative potential of *Curculigo orchioideis* Gaertn in oxidative stress induced cytotoxicity: In vitro, ex vivo and in silico studies [J]. Food Chem Toxicol, 2018, 115: 244.
- [2] 张新渐,孙艳花,王洪云. 仙茅化学成分的研究[J]. 中成药, 2017, 39: 1869.
- [3] Ramchandani D, Ganeshpurkar A, Bansal D, *et al.* Protective effect of *Curculigo orchioideis* extract on cyclophosphamide-induced neurotoxicity in murine model [J]. Toxicol Int, 2014, 21: 232.
- [4] 蔡琨,杨娟,杨翠萍,等. 仙茅提取物对小鼠巨噬细胞 RAW264.7 的诱导活化作用[J]. 中药药理与临床, 2017, 33: 87.
- [5] Lakshmi V, Pandey K, Puri A, *et al.* Immunostimulant principles from *Curculigo orchioideis* [J]. J Ethnopharmacol, 2003, 89: 181.
- [6] Wang N, Zhao G, Zhang Y, *et al.* A network phar-

macology approach to determine the active components and potential targets of *Curculigo orchioideis* in the treatment of osteoporosis [J]. Med Sci Monit, 2017, 23: 5113.

- [7] 张振东,吴兰芳,景永帅,等. 仙茅提取物体外抗氧化活性研究[J]. 中国老年学杂志, 2009, 29: 3201.
- [8] Marasini B P, Baral P, Aryal P, *et al.* Evaluation of antibacterial activity of some traditionally used medicinal plants against human pathogenic bacteria [J]. Biomed Res Int, 2015, 2015: 1.
- [9] Kang T H, Hong B N, Jung S Y, *et al.* *Curculigo orchioideis* protects cisplatin-induced cell damage [J]. Am J Chin Med, 2013, 41: 425.
- [10] 汪滢,刘雷,徐金龙,等. 仙茅中酚苷类成分高效液相色谱法测定方法的建立[J]. 中国药理学杂志, 2012, 47: 375.
- [11] Fu D X, Lei G Q, Cheng X W, *et al.* Curculigoside C, a new phenolic glucoside from rhizomes of *Curculigo orchioideis* [J]. Acta Bot Sin, 2004, 46: 621.
- [12] 贾陆,郭海波,敬林林,等. 地桃花化学成分研究. II. 酚酸类等化学成分[J]. 中国医药工业杂志, 2009, 40: 746.
- [13] 耿家玲,耿长安,陈纪军. 西南獐牙菜化学成分的研究[J]. 天然产物研究与开发, 2012, 24: 42.
- [14] Gupta M, Achari B, Pal B C. Glucosides from *Curculigo orchioideis* [J]. Phytochemistry, 2005, 66: 659.
- [15] Liu H X, He L, Huang R M, *et al.* Chemical constituents of the rhizomes of *Tetragastria hemsleyana* [J]. Chem Nat Compd, 2015, 51: 1077.
- [16] 陈立娜,李萍. 牵牛子化学成分研究(II) [J]. 林产化学与工业, 2007, 27: 105.
- [17] 包伊凡,沈新春,汪芳. 咖啡酸及其主要衍生物的研究进展及开发前景[J]. 天然产物研究与开发, 2018, 30: 1825.
- [18] 张宏宁,安春娜,徐曼,等. 原儿茶酸抗 PC12 细胞氧化损伤作用[J]. 中国新药杂志, 2014, 23: 347.
- [19] 宋曼,关华,王豫,等. 丁香酸对小鼠骨髓造血系统辐射损伤的防护作用[J]. 中华放射医学与防护杂志, 2013, 33: 384.
- [20] 潘婉莲,赵苗,袁芳,等. 我国天然产物绿原酸活性及提取工艺研究进展[J]. 食品安全质量检测学报, 2017, 8: 4269.

引用本文格式:

中文: 陈丽,康敏,邓小宽,等. 仙茅化学成分的研究[J]. 四川大学学报: 自然科学版, 2020, 57: 591.

英文: Chen L, Kang M, Deng X K, *et al.* Study on the chemical constituents from *Curculigo orchioideis* [J]. J Sichuan Univ: Nat Sci Ed, 2020, 57: 591.