

水葱化学成分研究

彭谷¹, 黄娟², 周应军³, 丑安⁴, 彭电^{4*}

1. 长沙县中医院, 湖南 长沙 410148

2. 湖南省儿童医院, 湖南 长沙 410007

3. 中南大学湘雅药学院, 湖南 长沙 410013

4. 长沙卫生职业学院, 湖南 长沙 410600

摘要: 目的 研究水葱 *Schoenoplectus tabernaemontani* 根茎的化学成分。方法 采用硅胶、聚酰胺、ODS、Sephadex LH-20 等柱色谱进行分离纯化, 根据理化性质及核磁共振波谱数据鉴定化合物的结构。结果 从水葱根茎水提取物中分离得到 12 个化合物, 分别鉴定为 5,7,2',4'-四羟基-3,5'-二甲氧基黄酮 (1)、苜蓿素 (2)、橙皮素 (3)、槲皮素 (4)、木犀草素 (5)、圣草素 (6)、芹菜素 (7)、柚皮素 (8)、白杨素 (9)、5,7-二羟基色原酮 (10)、儿茶素 (11)、苜蓿素-7-O-β-D-葡萄糖苷 (12)。结论 化合物 1 为新化合物, 命名为水葱素; 化合物 2~5、7~12 为首次从莎草科植物中分离得到, 化合物 6 为首次从藎草属植物中分离得到。

关键词: 水葱; 莎草科; 藎草属; 黄酮; 水葱素; 5,7,2',4'-四羟基-3,5'-二甲氧基黄酮; 苜蓿素; 橙皮素; 槲皮素; 木犀草素
中图分类号: R284.1 文献标志码: A 文章编号: 0253-2670(2020)19-4902-05

DOI: 10.7501/j.issn.0253-2670.2020.19.008

Chemical constituents of *Schoenoplectus tabernaemontani*

PENG Gu¹, HUANG Juan², ZHOU Ying-jun³, CHOU An⁴, PENG Dian⁴

1. Changsha County Hospital of Traditional Chinese Medicine, Changsha 410148, China

2. Hunan Children's Hospital, Changsha, 410007, China

3. Xiangya School of Pharmaceutical Science, Central South University, Changsha 410013, China

4. Changsha Health Vocational College, Changsha 410600, China

Abstract: **Objective** To study the chemical constituents of the rhizomes of *Schoenoplectus tabernaemontani*. **Methods** Compounds were isolated and purified by a combination of column chromatography including silica gel, polyamide and Sephadex LH-20. Their structures were elucidated by physiochemical properties and NMR analysis. **Results** Twelve compounds were obtained from water extract of the rhizome of *S. tabernaemontani* and identified as 5,7,2',4'-tetrahydroxy-3,5'-dimethoxyflavone (1), tricetin (2), hesperetin (3), quercetin (4), luteolin (5), eriodictyol (6), apigenin (7), naringenin (8), chrysin (9), 5,7-dihydroxychromone (10), catechin (11) and tricetin-7-O-β-D-glucoside (12), respectively. **Conclusions** Compound 1 is a new flavone named schoenin. Compounds 2—5 and 7—12 are isolated from the Cyperaceae for the first time. Compound 6 is isolated from the genus *Scirpus* for the first time.

Key words: *Schoenoplectus tabernaemontani* (Gmel.) Palla; Cyperaceae; *Scirpus*; flavone; schoenin; 5,7,2',4'-tetrahydroxy-3,5'-dimethoxyflavone; tricetin; hesperetin; quercetin; luteolin

水葱 *Schoenoplectus tabernaemontani* (Gmel.) Palla 为莎草科藎草属多年生宿根挺水草本植物。株高 1~2 m, 茎秆高大通直, 很像食用的大葱。杆呈

圆柱状, 中空。根状茎粗壮而匍匐, 须根很多^[1]。在自然界中常生长在沼泽地、沟渠、池畔、湖畔浅水中。产于中国多省份, 也分布于朝鲜、日本, 澳

收稿日期: 2020-04-25

基金项目: 湖南省教育厅科学研究项目 (19C0148); 湖南省科教联合基金项目 (2020JJ7096)

作者简介: 彭谷 (1981—), 男, 副主任医师, 研究方向为中药化学。

*通信作者 彭电 (1982—), 男, 博士研究生, 副教授, 研究方向为中药活性成分的发现和新药研究。

Tel: (0731) 84879732 E-mail: 154514812@qq.com。

洲、南北美洲等地。中医认为水葱味甘、淡，性平，归膀胱经。在《中药大辞典》《中华本草》《南京民间药草》中均有“以水葱茎入药，有清凉利尿之效，能治水肿胀满，小便不通”等类似记载^[2-3]。范铮等^[4]证明水葱提取物有较强的抑菌活性。顾懿宁等^[5]用水葱治疗 236 例良性前列腺增生症患者引起的水肿取得了较好的临床疗效。为进一步发掘水葱的化学物质基础，更好地开发利用该植物资源，本实验对水葱的化学成分进行了研究。采用多种色谱技术从水葱的根茎分离得到了 12 个化合物，分别鉴定为 5,7,2',4'-四羟基-3,5'-二甲氧基黄酮 (5,7,2',4'-tetrahydroxy-3,5'-dimethoxyflavone, **1**)、苜蓿素 (tricin, **2**)、橙皮素 (hesperetin, **3**)、槲皮素 (quercetin, **4**)、木犀草素 (luteolin, **5**)、圣草素 (eriodictyol, **6**)、芹菜素 (apigenin, **7**)、柚皮素 (naringenin, **8**)、白杨素 (chrysin, **9**)、5,7-二羟基色原酮 (5,7-dihydroxychromone, **10**)、儿茶素 (catechin, **11**)、苜蓿素-7-O-β-D-葡萄糖苷 (tricin-7-O-β-D-glucoside, **12**)。其中，化合物 **1** 是新化合物，化合物 **2**~**5**、**7**~**12** 是首次从莎草科植物中分离得到，化合物 **6** 是首次从蕹草属植物中分离得到。

1 仪器与材料

Bruker AV-400/500 型核磁共振仪 (德国 Bruker 公司)，紫外可见分光光度计 UV-2600 (日本岛津公司)，柱色谱硅胶 (青岛海洋化工厂)，ODS (30~50 μm, YMC 公司)，Sephadex LH-20 型凝胶 (GE 公司)，聚酰胺 80~100、100~200 目 (国药集团)，硅胶薄层色谱板 (烟台化学工业研究所)。

水葱 *Schoenoplectus tabernaemontani* 根茎于 2015 年 1 月采自湖北省天门市佛子山镇，由湖南中医药大学周日宝教授鉴定为莎草科蕹草属植物水葱 *Schoenoplectus tabernaemontani* (Gmel.) Palla。样品标本 (SC20150101) 存放于中南大学湘雅药学院天然药物化学教研室。

2 提取与分离

水葱根茎 (15 kg) 干药材切成 2~3 cm 小段，水提取 2 次，每次提取 1.5 h。第 1 次加水 150 L，第 2 次加水 120 L。2 次水提取液合并浓缩至约 30 L。依次用醋酸乙酯、正丁醇进行萃取。得到醋酸乙酯层 113 g、正丁醇层 179 g。

醋酸乙酯部位用甲醇溶解后硅胶 (100~200 目) 拌样，经硅胶柱色谱 (300~400 目)，以二氯甲烷-甲醇 (100:0、100:6、100:12、100:15、

100:20、0:100) 梯度洗脱，得到 6 个流分 (Fr. A~F)。Fr. B 经硅胶柱色谱分离，依次用二氯甲烷-甲醇 (60:1、30:1、10:1) 梯度洗脱，合并相同流分得 3 个组分 (Fr. B-1~B-3)，Fr. B-1~B-3 分别进行 Sephadex LH-20 凝胶柱色谱分离，二氯甲烷-甲醇 (1:1) 洗脱，分别得到化合物 **1** (7 mg)、**2** (5 mg)、**3** (10 mg)。

Fr. C 经硅胶柱色谱分离，依次用二氯甲烷-甲醇 (60:1、50:1、40:1、30:1、20:1、10:1、5:1) 梯度洗脱，合并相同流分，得到 7 个组分 (Fr. C-1~C-7)，Fr. C-1~C-7 分别进行 Sephadex LH-20 凝胶柱色谱分离，甲醇-二氯甲烷梯度洗脱，分别得到化合物 **4** (10 mg)、**5** (15 mg)、**6** (12 mg)、**7** (9 mg)、**8** (8 mg)、**9** (10 mg)、**10** (11 mg)。

正丁醇部位用甲醇溶解后聚酰胺 (80~100 目) 拌样，经聚酰胺柱色谱 (100~200 目) 分离，依次用水-乙醇 (100:0、80:20、50:50、0:100) 梯度洗脱，得到 4 个流分 (Fr. G~J)，Fr. I 经 Sephadex LH-20 凝胶柱色谱分离，甲醇-二氯甲烷 (1:1) 洗脱，得到化合物 **11** (10 mg)、**12** (20 mg)。

3 结构鉴定

化合物 **1**：黄色粉末，UV 检测 254、350 nm 为最大吸收波长；HR-ESI-MS (正离子) 提示其准分子离子峰 m/z 347.076 7 $[M+H]^+$ ($C_{17}H_{15}O_8$ ，计算值 347.076 1)，结合分析 1H -和 ^{13}C -NMR 数据确定其分子式为 $C_{17}H_{14}O_8$ ，不饱和度为 11。化合物 **1** 的氢谱 (400 MHz, DMSO- d_6) 和碳谱 (100 MHz, DMSO- d_6) 显示了 1 个黄酮结构骨架。

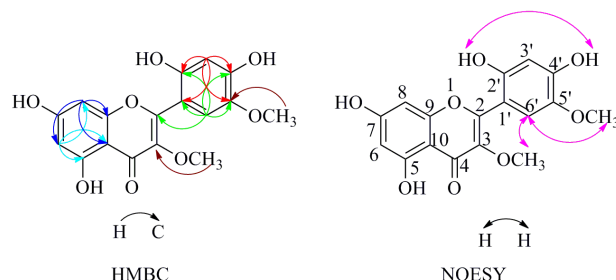


图 1 化合物 **1** 主要的 HMBC 和 NOESY 相关

Fig. 1 Key HMBC and NOESY correlations of compound **1**

由 HMBC 谱可知，H-6 (δ 6.21) 与 C-8 (δ 94.1)，C-10 (δ 105.0)，C-5 (δ 161.8) 相关，H-8 (δ 6.33) 与 C-6 (δ 98.9)，C-10 (δ 105.0)，C-9 (δ 157.7) 相关，H-3' (δ 6.48) 与 C-1' (δ 107.5)，C-5' (δ 141.1)，C-4' (δ 150.6)，C-2' (δ 157.4) 相关，H-6' (δ 6.92) 与 C-1' (δ 107.5)，C-5' (δ 141.1)，C-4' (δ 150.6)，C-2' (δ 157.4)，

C-2 (δ 151.0) 相关, 3-OCH₃ (δ 3.72) 与 C-3 (δ 139.2) 相关, 5'-OCH₃ (δ 3.71) 与 C-5' (δ 141.1) 相关, 进一步推断是一个黄酮化合物。从化合物 **1** 的 NOESY 谱 (图 1) 中可以看出 3-OCH₃ (δ 3.72) 和 5'-OCH₃ (δ 3.71) 都与 H-6' (δ 6.92) 相关; 4'-OH (δ 9.60) 与 2'-OH (δ 9.41) 相关, 推断出其中 1 个 OCH₃ 是连接在 C-5' 上。

为了进一步确定 B 环上 1 个甲氧基和 2 个羟基的连接位置, 利用加入诊断试剂后引起的位移来进行确定。加入诊断试剂 (甲醇钠) 后黄酮类化合物 UV 图谱的带 I 会红移 40~60 nm, 强度不降, 提示有 4'-OH; 加入诊断试剂 (NaOAc/H₃BO₃) 后, 黄酮类化合物 UV 图谱的带 I 红移 12~30 nm, 提示 B 环结构中有邻二酚羟基; 加入诊断试剂 (AlCl₃/HCl) 后, 黄酮类化合物 UV 图谱的 AlCl₃/HCl 谱图与 AlCl₃ 谱图一致, 提示结构中无邻二酚羟基, 黄酮类化合物 UV 图谱的 AlCl₃/HCl 谱图与 AlCl₃ 谱图不一致, 提示结构中可能有邻二酚羟基。在化合物 **1** 确定取代基的连接位置的实验过程中, 首先加入诊断试剂 (甲醇钠) 发现化合物 **1** UV 谱图带 I (300~400 nm) 红移了 50 nm, 且强度不降, 示结构中有 4'-OH。为了确定 2 个羟基的连接位置, 加入了诊断试剂 (NaOAc/H₃BO₃), 发现化合物 **1** 的 UV 谱图带 I (300~400 nm), 没有红移, 提示 B 环结构中无邻二酚羟基。为了进一步确证化合物 **1** 结构中无邻二酚羟基, 加入诊断试剂 (AlCl₃/HCl), 发现化合物 **1** UV 谱图 AlCl₃/HCl 谱图和 AlCl₃ 谱图一致, 最终确定化合物 **1** 的结构中无邻二酚羟基。

综上所述, B 环的 2 个 OH 和 OCH₃ 的连接位置分别是 2'-OH、4'-OH 和 5'-OCH₃。因此鉴定化合物 **1** 为 5,7,2',4'-四羟基-3,5'-二甲氧基黄酮。¹H-和 ¹³C-NMR 数据归属见表 1。

化合物 **2**: 淡黄色粉末。¹H-NMR (400 MHz, DMSO-*d*₆) δ : 12.97 (1H, s, 5-OH), 10.83 (1H, s, 7-OH), 9.35 (1H, s, 4'-OH), 7.33 (2H, s, H-2', 6'), 7.00 (1H, s, H-3), 6.57 (1H, d, J = 2.1 Hz, H-8), 6.21 (1H, d, J = 2.1 Hz, H-6), 3.89 (6H, s, 3', 5'-OCH₃); ¹³C-NMR (100 MHz, DMSO-*d*₆) δ : 182.3 (C-4), 164.6 (C-2), 164.1 (C-5), 161.9 (C-7), 157.8 (C-9), 148.7 (C-3', 5'), 140.3 (C-4'), 120.9 (C-1'), 104.9 (C-2', 6'), 104.2 (C-10), 104.1 (C-3), 99.3 (C-6), 94.7 (C-8), 56.9 (3', 5'-OCH₃)。以上数据与文献报道一致^[6], 故鉴定化合物 **2** 为苜蓿素。

表 1 化合物 **1** 的氢、碳核磁共振波谱数据 (500/125 MHz, DMSO-*d*₆)

Table 1 ¹H and ¹³C NMR data for compound **1** (500/125 MHz DMSO-*d*₆)

碳位	δ_H	δ_C	HMBC
1			
2		151.0	
3		139.2	
4		178.5	
5		161.8	
6	6.21 (d, J = 1.5 Hz)	98.9	94.1 (C-8), 105.0 (C-10), 161.8 (C-5)
7		164.5	
8	6.33 (d, J = 1.5 Hz)	94.1	98.9 (C-6), 105.0 (C-10), 157.7 (C-9)
9		157.7	
10		105.0	
3-OCH ₃	3.72 (s)	60.3	139.2 (C-3)
1'		107.5	
2'		157.4	
3'	6.48 (s)	104.4	107.5 (C-1'), 141.1 (C-5'), 150.6 (C-4'), 157.4 (C-2')
4'		150.6	
5'		141.1	
6'	6.92 (s)	114.8	107.5 (C-1'), 141.1 (C-5'), 150.6 (C-4'), 151.0 (C-2), 157.4 (C-2')
5'-OCH ₃	3.71 (s)	57.0	141.1 (C-5')

化合物 **3**: 淡黄色粉末。¹H-NMR (500 MHz, DMSO-*d*₆) δ : 12.15 (1H, s, 5-OH), 10.84 (1H, s, 7-OH), 9.13 (1H, s, 3'-OH), 6.97~6.91 (2H, m, H-8, 6), 6.87 (1H, dd, J = 8.3, 2.0 Hz, H-6'), 5.91 (2H, m, H-2', 5'), 5.42 (1H, d, J = 12.8 Hz, H-2), 3.78 (3H, s, OCH₃), 3.19 (1H, dd, J = 17.1, 12.8 Hz, H-3a), 2.72 (1H, dd, J = 17.1, 3.1 Hz, H-3b); ¹³C-NMR (125 MHz, DMSO-*d*₆) δ : 196.6 (C-4), 167.1 (C-7), 164.0 (C-5), 163.3 (C-9), 148.4 (C-3'), 147.0 (C-4'), 131.6 (C-5'), 118.2 (C-6'), 114.5 (C-10), 112.4 (C-1'), 102.3 (C-2'), 96.3 (C-6), 95.5 (C-8), 78.7 (C-2), 56.1 (OCH₃), 42.7 (C-3)。以上数据与文献报道一致^[7], 故鉴定化合物 **3** 为橙皮素。

化合物 **4**: 淡黄色粉末。¹H-NMR (500 MHz,

DMSO- d_6) δ : 12.49 (1H, s, 5-OH), 10.84 (1H, s, 7-OH), 9.64 (1H, s, 3-OH), 9.36 (2H, s, 3', 4'-OH), 7.68 (1H, d, $J = 2.2$ Hz, H-2'), 7.55 (1H, dd, $J = 8.5, 2.2$ Hz, H-6'), 6.89 (1H, d, $J = 8.5$ Hz, H-5'), 6.42 (1H, d, $J = 2.0$ Hz, H-6), 6.19 (1H, d, $J = 2.0$ Hz, H-8); ^{13}C -NMR (125 MHz, DMSO- d_6) δ : 176.3 (C-4), 164.3 (C-7), 161.2 (C-5), 156.6 (C-9), 148.1 (C-2), 147.3 (C-4'), 145.5 (C-3'), 136.2 (C-3), 122.4 (C-1'), 120.5 (C-6'), 116.1 (C-5'), 115.5 (C-10), 103.5 (C-2'), 98.7 (C-8), 93.8 (C-6)。以上数据与文献报道一致^[8], 故鉴定化合物 **4** 为槲皮素。

化合物 **5**: 淡黄色粉末。 ^1H -NMR (400 MHz, DMSO- d_6) δ : 12.98 (1H, s, 5-OH), 7.42 (1H, dd, $J = 8.3, 2.2$ Hz, H-6'), 7.40 (1H, d, $J = 2.2$ Hz, H-2'), 6.89 (1H, d, $J = 8.3$ Hz, H-5'), 6.68 (1H, s, H-3), 6.45 (1H, d, $J = 2.1$ Hz, H-8), 6.19 (1H, d, $J = 2.1$ Hz, H-6); ^{13}C -NMR (100 MHz, DMSO- d_6) δ : 182.1 (C-4), 164.6 (C-2), 164.4 (C-5), 161.9 (C-7), 157.7 (C-9), 150.2 (C-3'), 146.2 (C-4'), 121.9 (C-1'), 119.4 (C-2'), 116.5 (C-5'), 113.8 (C-6'), 104.1 (C-3), 103.3 (C-10), 99.3 (C-6), 94.3 (C-8)。以上数据与文献报道一致^[9], 故鉴定化合物 **5** 为木犀草素。

化合物 **6**: 淡黄色粉末。 ^1H -NMR (400 MHz, CD_3OD) δ : 6.91 (1H, brs, H-2'), 6.78 (2H, m, H-5', 6'), 5.90 (1H, d, $J = 2.1$ Hz, H-8), 5.88 (1H, d, $J = 2.1$ Hz, H-6), 5.28 (1H, dd, $J = 12.7, 3.0$ Hz, H-2), 3.07 (1H, dd, $J = 17.1, 12.7$ Hz, H-3a), 2.69 (1H, dd, $J = 17.1, 3.0$ Hz, H-3b); ^{13}C -NMR (100 MHz, CD_3OD) δ : 197.7 (C-4), 168.3 (C-7), 165.4 (C-5), 164.8 (C-9), 146.9 (C-4'), 146.5 (C-3'), 131.7 (C-1'), 119.2 (C-6'), 116.2 (C-5'), 114.7 (C-2'), 103.3 (C-10), 97.0 (C-6), 96.1 (C-8), 80.5 (C-2), 44.1 (C-3)。以上数据与文献报道一致^[10], 故鉴定化合物 **6** 为圣草素。

化合物 **7**: 淡黄色粉末。 ^1H -NMR (500 MHz, DMSO- d_6) δ : 12.95 (1H, s, 5-OH), 10.85 (1H, s, 7-OH), 10.38 (1H, s, 4'-OH), 7.90 (2H, d, $J = 8.8$ Hz, H-2', 6'), 6.92 (2H, d, $J = 8.8$ Hz, H-3', 5'), 6.75 (1H, s, H-3), 6.47 (1H, d, $J = 2.0$ Hz, H-6), 6.19 (1H, d, $J = 2.0$ Hz, H-8); ^{13}C -NMR (125 MHz, DMSO- d_6) δ : 182.2 (C-4), 164.6 (C-7), 164.2 (C-5), 161.9 (C-2), 161.6 (C-9), 157.8 (C-4'), 128.9 (C-2', 6'), 121.7 (C-3), 116.4 (C-3', 5'), 104.2 (C-10), 103.3 (C-1'), 99.3 (C-6), 94.4 (C-8)。以上数据与文献报道一致^[11],

故鉴定化合物 **7** 为芹菜素。

化合物 **8**: 淡黄色粉末。 ^1H -NMR (500 MHz, DMSO- d_6) δ : 12.15 (1H, s, 5-OH), 10.83 (1H, s, 7-OH), 9.62 (1H, s, 4-OH), 7.31 (2H, d, $J = 8.1$ Hz, H-2', 6'), 6.80 (2H, d, $J = 8.1$ Hz, H-3', 5'), 5.93~5.85 (2H, m, H-6, 8), 5.43 (1H, d, $J = 12.7$ Hz, H-2), 3.31~3.21 (1H, m, H-3a), 2.68 (1H, dd, $J = 17.1, 3.0$ Hz, H-3b); ^{13}C -NMR (125 MHz, DMSO- d_6) δ : 196.8 (C-4), 167.1 (C-7), 164.0 (C-5), 163.4 (C-9), 158.2 (C-4'), 129.3 (C-2', 6'), 128.8 (C-1'), 115.7 (C-3', 5'), 102.2 (C-10), 96.3 (C-8), 95.5 (C-6), 78.9 (C-2), 42.4 (C-3)。以上数据与文献报道一致^[12], 故鉴定化合物 **8** 为柚皮素。

化合物 **9**: 黄色粉末。 ^1H -NMR (500 MHz, DMSO- d_6) δ : 12.80 (1H, s, 5-OH), 10.89 (1H, s, 7-OH), 8.04~7.94 (2H, m, H-2', 3'), 7.60~7.47 (3H, m, H-4'~6'), 6.88 (1H, s, H-3), 6.48 (1H, d, $J = 2.1$ Hz, H-6), 6.20 (1H, d, $J = 2.1$ Hz, H-8); ^{13}C -NMR (125 MHz, DMSO- d_6) δ : 182.3 (C-4), 164.9 (C-7), 163.5 (C-5), 161.9 (C-9), 157.9 (C-2), 132.4 (C-3), 131.1 (C-2', 6'), 129.5 (C-4'), 126.8 (C-1'), 105.6 (C-10), 104.4 (C-3', 5'), 99.5 (C-8), 94.5 (C-6)。以上数据与文献报道一致^[13], 故鉴定化合物 **9** 为白杨素。

化合物 **10**: 黄色粉末。 ^1H -NMR (500 MHz, CD_3OD) δ : 7.97 (1H, d, $J = 5.9$ Hz, H-2), 6.33 (1H, brs, H-8), 6.20 (1H, brs, H-6), 6.19 (1H, d, $J = 5.9$ Hz, H-3); ^{13}C -NMR (125 MHz, CD_3OD) δ : 183.4 (C-4), 166.3 (C-7), 163.5 (C-5), 160.0 (C-9), 158.2 (C-2), 111.7 (C-3), 106.7 (C-10), 100.3 (C-6), 95.2 (C-8)。以上数据与文献报道一致^[14], 故鉴定化合物 **10** 为 5,7-二羟基色原酮。

化合物 **11**: 白色粉末。 ^1H -NMR (400 MHz, DMSO- d_6) δ : 9.19 (1H, s, 5-OH), 8.95 (1H, d, $J = 2.7$ Hz, 7-OH), 8.88 (1H, s, 3'-OH), 8.83 (1H, s, 4'-OH), 6.72 (1H, d, $J = 1.9$ Hz, H-2'), 6.69 (1H, d, $J = 8.1$ Hz, H-5'), 6.60 (1H, dd, $J = 8.1, 1.9$ Hz, H-6'), 5.89 (1H, t, $J = 2.2$ Hz, H-8), 5.69 (1H, d, $J = 2.2$ Hz, H-6), 4.88 (1H, d, $J = 5.1$ Hz, H-2), 4.48 (1H, d, $J = 7.5$ Hz, 3-OH), 3.82 (1H, m, H-3), 2.66 (1H, dd, $J = 16.0, 5.3$ Hz, H-4a), 2.35 (1H, dd, $J = 16.0, 8.1$ Hz, H-4b); ^{13}C -NMR (100 MHz, DMSO- d_6) δ : 156.9 (C-7), 156.6 (C-5), 155.8 (C-9), 146.1 (C-3'), 145.3 (C-4'), 131.0 (C-1'), 118.9 (C-6'), 115.5 (C-5'), 115.0 (C-2'), 99.5

(C-10), 95.6 (C-6), 94.3 (C-8), 81.5 (C-2), 66.8 (C-3), 28.3 (C-4)。以上数据与文献报道一致^[15], 故鉴定化合物 **11** 为儿茶素。

化合物 **12**: 黄色粉末。¹H-NMR (400 MHz, DMSO-*d*₆) δ : 12.97 (1H, s, 5-OH), 9.41 (1H, s, 4'-OH), 7.37 (2H, s, H-2', 6'), 7.09 (1H, s, H-3), 6.94 (1H, d, *J* = 2.2 Hz, H-8), 6.47 (1H, d, *J* = 2.2 Hz, H-6), 5.06 (1H, d, *J* = 7.4 Hz, H-1''), 3.89 (6H, s, 3', 5'-OCH₃), 3.72~3.17 (6H, m, H-2''~6''); ¹³C-NMR (100 MHz, DMSO-*d*₆) δ : 182.6 (C-4), 164.6 (C-2), 163.5 (C-7), 161.6 (C-5), 157.4 (C-9), 148.7 (C-3', 5'), 140.5 (C-4'), 120.7 (C-1'), 105.9 (C-10), 105.0 (C-2', 6'), 104.3 (C-3), 100.6 (C-1''), 100.0 (C-6), 95.8 (C-8), 77.8 (C-5''), 77.0 (C-3''), 73.6 (C-2''), 70.1 (C-4''), 61.1 (C-6''), 56.9 (3', 5'-OCH₃)。以上数据与文献报道一致^[6], 故鉴定化合物 **12** 为苜蓿素-7-*O*- β -D-葡萄糖苷。

参考文献

- [1] 中国科学院中国植物志编辑委员会. 中国植物志 [M]. 北京: 科学出版社, 1997.
- [2] Gong J, Xu W, Ma Y, *et al.* Overview of pharmacological & ecological research of *Scirpus tabernaemontani* Gmel [J]. *Agr Sci Technol*, 2015, 16(3): 493-496.
- [3] 刘慕春. 水葱 [J]. 环境保护, 1975, 2: 38-38.
- [4] 范铮, 孙培龙, 马新, 等. 水葱提取物的抗菌作用研究 [J]. 食品科技, 2013, 38(2): 214-217.
- [5] 顾懿宁, 刘春林, 缪爱珠, 等. 水葱治疗良性前列腺增生的疗效 [J]. 江苏医药, 2013, 39(8): 974-975.
- [6] Li H, Zhou C, Pan Y, *et al.* Evaluation of antiviral activity of compounds isolated from *Ranunculus sieboldii* and *Ranunculus sceleratus* [J]. *Planta Med*, 2005, 71(12): 1128-1133.
- [7] Shen C C, Chang Y S, Ho L K. Nuclear magnetic resonance studies of 5,7-dihydroxyflavonoids [J]. *Phytochemistry*, 1993, 3(34): 843-845.
- [8] 廖铁松, 沈云亨, 李影, 等. 巴西甘菊花化学成分研究(I) [J]. 中草药, 2019, 50(7): 1535-1540.
- [9] Youssef D, Frahm A W. Constituents of the Egyptian *Centaurea scoparia*. III. Phenolic constituents of the aerial parts [J]. *Planta Med*, 1995, 61(6): 570-573.
- [10] Hattori M, Shu Y Z, Namba T. Metabolism of homoorientin by human intestinal bacteria [J]. *J Nat Prods*, 1988, 5(51): 874-878.
- [11] Akira Inada M F L K. Structure of a new acylated flavonoid glycoside, euryanoside, from flowers of *Eurya japonica* Thunb [J]. *Chem Pharm Bull*, 1989, 10(37): 2819-2821.
- [12] Khalid S A, Yagi S M, Khristova P, *et al.* (+)-Catechin-5-galloyl ester as a novel natural polyphenol from the bark of *Acacia nilotica* of Sudanese origin [J]. *Planta Med*, 1989, 55(6): 556-558.
- [13] Komoda Y. Isolation of flavonoids from *Populus nigra* as ketosteroid reductase inhibitors [J]. *Chem Pharm Bull*, 1989, 11(37): 3128-3130.
- [14] 王洪平, 曹芳, 杨秀伟. 头花蓼地上部分的化学成分研究 [J]. 中草药, 2013, 44(1): 24-30.
- [15] Kazuyuki H A T S Y, Chen T M A C. Chemical and chemotaxonomical studies of filices.LXXVII. Isolation and structure of novel catechin and proanthocyanidins from *Dennstaedtia distenta* Moore [J]. *Chem Pharm Bull*, 1988, 11(36): 4301-4306.