

## 海岸桐茎和果实的化学成分

羊青<sup>a,b,c</sup>, 王祝年<sup>a,b,c</sup>, 王清隆<sup>a,b,c</sup>, 汤欢<sup>a,b,c</sup>, 晏小霞<sup>a,b,c</sup>, 李英英<sup>a,b,c</sup>, 王茂媛<sup>a,b,c</sup><sup>①</sup>  
(中国热带农业科学院热带作物种质资源研究所: a. 农业农村部热带农业野生植物基因资源鉴定评价中心,  
b. 农业农村部中药材生物学与栽培重点实验室, c. 海南省热带药用植物工程研究中心, 海口 571101)

**摘要:** 采用超高效液相色谱-高分辨飞行时间质谱(UPLC-Q-TOF-MS)技术对海岸桐(*Guettarda speciosa* Linn.)茎和果实的化学成分进行分析。结果显示:海岸桐茎中有35个化合物,包括三萜类12个、环烯醚萜类7个、酚酸及其苷类12个、强心甘类2个、黄酮类1个、苦木素类1个。海岸桐果实中有40个化合物,包括三萜类10个、环烯醚萜类8个、酚酸及其苷类8个、黄酮类8个、甾体类3个、脂肪酸类2个、二萜类1个。海岸桐茎和果实中共有成分18个,包括三萜类7个、环烯醚萜类6个、酚酸类及其苷类4个、黄酮类1个。综上所述,海岸桐茎中富含鞣质类酚酸成分,生态学意义较强;果实含有环烯醚萜类等活性物质,开发利用价值较高。

**关键词:** 海岸桐; 茎; 果实; 化学成分; UPLC-Q-TOF-MS

中图分类号: Q946; R284.2 文献标志码: A 文章编号: 1674-7895(2024)05-0117-04  
DOI: 10.3969/j.issn.1674-7895.2024.05.14

**Chemical constituents in the stems and fruits of *Guettarda speciosa*** YANG Qing<sup>a,b,c</sup>, WANG Zhunian<sup>a,b,c</sup>, WANG Qinglong<sup>a,b,c</sup>, TANG Huan<sup>a,b,c</sup>, YAN Xiaoxia<sup>a,b,c</sup>, LI Yingying<sup>a,b,c</sup>, WANG Maoyuan<sup>a,b,c</sup><sup>①</sup> (Tropical Crops Genetic Resources Institute, Chinese Academy of Tropical Agricultural Science; a. Identification and Evaluation Center of Tropical Agricultural Wild Plant Gene Resources, Ministry of Agriculture and Rural Affairs, b. Key Laboratory of Biology and Cultivation of Herb Medicine, Ministry of Agriculture and Rural Affairs, c. Hainan Provincial Engineering Research Center for Tropical Medicinal Plants, Haikou 571101, China), *J. Plant Resour. & Environ.*, 2024, 33(5): 117-120

**Abstract:** The chemical constituents in the stems and fruits of *Guettarda speciosa* Linn. were analyzed by using ultra-high-performance liquid chromatography-quadrupole time-of-flight tandem mass spectrometry (UPLC-Q-TOF-MS) technology. The results show that there are 35 compounds in the stems of *G. speciosa*, namely 12 triterpenoids, 7 iridoids, 12 phenolic acids and their glycosides, 2 cardiac glycosides, 1 flavonoid, and 1 quassinoid. There are 40 compounds in the fruits of *G. speciosa*, namely 10 triterpenoids, 8 iridoids, 8 phenolic acids and their glycosides, 8 flavonoids, 3 steroids, 2 fatty acids, and 1 diterpenoid. There are 18 common constituents in the stems and fruits of *G. speciosa*, namely 7 triterpenoids, 6 iridoids, 4 phenolic acids and their glycosides, and 1 flavonoid. In conclusion, the stems of *G. speciosa* are rich in tannin phenolic acids, which have relatively important ecological significance; the fruits contain active substances such as iridoids, which have relatively high development and utilization values.

**Key words:** *Guettarda speciosa* Linn.; stem; fruit; chemical constituent; UPLC-Q-TOF-MS

海岸桐(*Guettarda speciosa* Linn.)为茜草科(Rubiaceae)海岸桐属(*Guettarda* Linn.)常绿小乔木,分布于中国台湾、海南岛和西沙群岛等地,生于海岸砂地的灌丛边缘。海岸桐是滨海潮汐地区常见的树种之一,普遍生长于热带海岸,尤其以马来半岛东部和西部生长较好<sup>[1]</sup>。海岸桐木材品质较好、抗风能力强、树高适中,且为中国本土树种,是海岸防风林的优选树种之一<sup>[2]</sup>,对岛屿生态环境的保护具有积极作用。目前关于海岸桐的研究包括生物学<sup>[2]</sup>、形态解剖学<sup>[3]</sup>、生态学<sup>[4]</sup>以及化学成分和药理活性<sup>[5-11]</sup>等方面。尽管有国外研究人员对海岸桐的化学成分和药理活性进行了研究,但国内尚未见相关

报道,这可能与海岸桐分布的局限性有关。目前对于海岸桐化学成分和药理活性的研究主要集中在叶和树皮,其含有的化学成分包括萜类、黄酮类、甾醇类、生物碱、多酚和强心甘等<sup>[5-7]</sup>,具有抑菌、抗炎和抗癫痫等药理活性<sup>[9-11]</sup>。此外,海岸桐还是印度传统民间药材,叶可治疗感冒、咽炎,树皮可治疗痢疾及中枢神经系统相关疾病<sup>[5]</sup>,具有很好的应用基础和前景。

为了进一步研究海岸桐的化学成分,充分挖掘海岸桐不同部位的药用价值,本研究采用超高效液相色谱-高分辨飞行时间质谱(UPLC-Q-TOF-MS)技术,对海岸桐的茎和果实进

收稿日期: 2023-04-24

基金项目: 海南省自然科学基金项目(320QN342; 321MS090); 农业农村部财政专项“南锋专项”Ⅲ期(NFZX2021); 农业农村部农垦局政府购买服务(拨改买)-南药种质资源收集保存、鉴定评价与利用(18230164)

作者简介: 羊青(1987—),女,海南儋州人,硕士,副研究员,主要从事药用植物资源研究与利用方面的研究。

<sup>①</sup>通信作者 E-mail: wmy81@163.com

引用格式: 羊青,王祝年,王清隆,等. 海岸桐茎和果实的化学成分[J]. 植物资源与环境学报, 2024, 33(5): 117-120.

行化学成分分析,以期丰富海岸桐的化学成分,并为后期海岸桐化学成分的药理活性研究及进一步开发利用提供物质基础。

## 1 材料和方法

### 1.1 材料、仪器和试剂

供试海岸桐茎(侧枝茎秆)和果实(近成熟果实)于2019年7月采自西沙群岛,经中国热带农业科学院热带作物品种资源研究所王祝年研究员鉴定。所有样品均采自同一植株(胸径约20 cm)。

主要仪器:Xevo G2-XS QToF 液质联用仪(美国 Waters 公司),主要包括 ACQUITY UPLC<sup>®</sup> I-Class 超高效液相色谱系统、Xevo G2-XS QToF 四极杆飞行时间质谱系统、Sample Manage FTN 自动进样器、Binary Solvent Manager 二元溶剂管理器 and ACQUITY UPLC HSS T3(100 mm ×2.1 mm, 1.8 μm) 色谱柱;Secura513-1CN 精密天平(精度 0.001 g, 德国 Sartorius 公司)。

主要试剂:甲醇和异丙醇(色谱级,德国 Merck 公司);乙腈和甲酸(质谱级,德国 Merck 公司);氢氧化钠和甲酸钠(ACS 级,美国 Sigma 公司);亮氨酸脑啡肽(美国 Waters 公司)。

### 1.2 方法

1.2.1 测试样品制备 将采集的植物样品自然风干后用 WK-2000A 小型高速粉碎机粉碎(天津新诺仪器科技有限公司),过 40 目筛后于 20 °C 密闭保存,备用。分别准确称取茎和果实样品粉末 0.25 g,置于具塞玻璃试管,加入 5 mL 甲醇浸没,于 50 °C 水浴中超声(40 kHz, 180 W)提取 2 h,摇匀后静置 5 min,取上清液 200 μL,加入体积分数 75%乙腈 600 μL 稀释,充分混匀后离心(12 000 r · min<sup>-1</sup>, 10 °C) 10 min,上清液即为供试样品溶液。

1.2.2 UPLC-Q-TOF-MS 检测条件 色谱条件:流动相为体积分数 0.1%甲酸-水溶液(A)和体积分数 0.01%甲酸-乙腈溶液(B),梯度洗脱:0.0~1.5 min, 1%~12% B; 1.5~9.5 min, 12%~22% B; 9.5~14.0 min, 22%~86% B; 14.0~15.0 min, 86%~99% B; 15.0~18.0 min, 99% B; 18.0~19.0 min, 99%~1% B; 19.0~20.0 min, 1% B。流量 0.3 mL · min<sup>-1</sup>,进样量 1 μL,柱温 40 °C。

质谱条件:电喷雾离子源(ESI)在负离子条件下采集 MS<sup>E</sup> 数据。校正液为 200 pg · μL<sup>-1</sup> 亮氨酸脑啡肽溶液和 0.5 mmol · L<sup>-1</sup> 甲酸钠溶液。质量扫描范围  $m/z$  50~1 200,扫描时间 0.2 s,检测时间 20 min。低能量碰撞电压 6 V,高能量碰撞电压 20~60 V;负离子模式的毛细管电压 2.0 kV,锥孔电压 60 V,离子源温度 100 °C,辅助喷雾电离与去溶剂气体为高纯度 N<sub>2</sub>,去溶剂化温度 450 °C,锥孔气体流量 50 L · h<sup>-1</sup>,去溶剂化气体流量 600 L · h<sup>-1</sup>[12]。

### 1.3 数据处理和分析

利用 Masslynx V4.1 软件和 UNIFI<sup>®</sup> 科学信息系统及其内置的质谱分析平台[包括 ChemSpider 在线数据库(PubMed、ChemBank 和 MassBank 等)及 Waters Traditional Medicine Library 中药数据库(UNIFI1.7 Chinese)]进行数据整理和分析。

## 2 结果和分析

海岸桐茎和果实的化学成分分别见表 1 和表 2。结果显示:海岸桐茎和果实中分别鉴定出 35 和 40 个化合物。海岸桐茎和果实中共鉴定出 15 个三萜类化合物,其中共有成分 7 个,分别为羟基积雪草酸、苜蓿酸、皂皮酸、2,3,23 三羟基-12-烯-28-乌苏酸、积雪草酸、蔷薇酸和山楂酸。此外,茎中还有菠棱皂苷 A、商陆皂苷 B、3,16-二羟基-23-氧代-12-烯-28-齐墩果酸、金盏花苷 E 和常春藤皂苷元,果实中还有芍药酸、赤豆皂苷 III 和常春藤皂苷元 3-O-阿拉伯糖苷。上述化合物主要以五环三萜形式存在,齐墩果烷型最多,其次为乌苏烷型。

表 1 海岸桐茎的化学成分

Table 1 Chemical constituents in the stems of *Guettarda speciosa* Linn.

保留时间/min Retention time	分子式 Molecular formula	化合物 Compound
2.86	C <sub>16</sub> H <sub>18</sub> O <sub>9</sub>	neochlorogenic acid
2.97	C <sub>16</sub> H <sub>24</sub> O <sub>10</sub>	loganate
3.30	C <sub>25</sub> H <sub>26</sub> O <sub>9</sub>	1-(4-hydroxy-2-methoxyphenyl)-2-(4-hydroxy-3,5-dimethoxybenzyloxy)-3-(4-hydroxyphenyl)propan-1-ol
3.38	C <sub>17</sub> H <sub>26</sub> O <sub>11</sub>	10-hydroxyloganin
3.58	C <sub>16</sub> H <sub>18</sub> O <sub>9</sub>	chlorogenic acid
3.73	C <sub>16</sub> H <sub>18</sub> O <sub>9</sub>	1-[[ (2E)-3-(3,4-dihydroxyphenyl)-2-propenoyl]oxy]-3,4,5-trihydroxycyclohexanecarboxylic acid
3.73	C <sub>16</sub> H <sub>22</sub> O <sub>10</sub>	geniposidic acid
4.00	C <sub>30</sub> H <sub>26</sub> O <sub>12</sub>	(+)-procyanidin B2
4.19	C <sub>17</sub> H <sub>26</sub> O <sub>10</sub>	methyl 1-(hexopyranosyloxy)-6-hydroxy-7-methyl-1,4a,5,6,7,7a-hexahydrocyclopenta[c]pyran-4-carboxylate
4.56	C <sub>17</sub> H <sub>26</sub> O <sub>10</sub>	loganin
4.70	C <sub>17</sub> H <sub>24</sub> O <sub>11</sub>	6β-hydroxygeniposide
4.93	C <sub>45</sub> H <sub>38</sub> O <sub>18</sub>	procyanidin C1
5.43	C <sub>17</sub> H <sub>20</sub> O <sub>9</sub>	3-O-feruloyl-D-quinic acid
5.53	C <sub>17</sub> H <sub>24</sub> O <sub>11</sub>	gardenoside
6.40	C <sub>39</sub> H <sub>32</sub> O <sub>15</sub>	kandelin A2
7.14	C <sub>26</sub> H <sub>34</sub> O <sub>11</sub>	isobrucein A
8.49	C <sub>25</sub> H <sub>24</sub> O <sub>12</sub>	4,5-dicaffeoylquinic acid
8.93	C <sub>25</sub> H <sub>24</sub> O <sub>12</sub>	3,4-dicaffeoylquinic acid
9.94	C <sub>25</sub> H <sub>24</sub> O <sub>12</sub>	1,5-dicaffeoylquinic acid
11.37	C <sub>41</sub> H <sub>64</sub> O <sub>15</sub>	diginatigenin 3-O-tridigitoside

续表 1 Table 1 (Continued)

保留时间/min Retention time	分子式 Molecular formula	化合物 Compound
11.47	C <sub>41</sub> H <sub>64</sub> O <sub>14</sub>	12 $\beta$ -hydroxydigitoxin
11.59	C <sub>26</sub> H <sub>32</sub> O <sub>13</sub>	glehlinoside C
12.45	C <sub>19</sub> H <sub>16</sub> O <sub>7</sub>	isokanugin
12.47	C <sub>42</sub> H <sub>66</sub> O <sub>14</sub>	spinasaponin A
12.51	C <sub>36</sub> H <sub>56</sub> O <sub>11</sub>	phytolaccoside B
12.99	C <sub>30</sub> H <sub>46</sub> O <sub>5</sub>	3,16-dihydroxy-23-oxoolean-12-en-28-oic acid
13.06	C <sub>30</sub> H <sub>48</sub> O <sub>6</sub>	madecassic acid
13.37	C <sub>30</sub> H <sub>46</sub> O <sub>6</sub>	medicagenic acid
13.50	C <sub>30</sub> H <sub>48</sub> O <sub>5</sub>	2,3,23-trihydroxyurs-12-en-28-oic acid
13.71	C <sub>30</sub> H <sub>46</sub> O <sub>5</sub>	quillaic acid
13.88	C <sub>36</sub> H <sub>56</sub> O <sub>9</sub>	calendulose E
13.92	C <sub>30</sub> H <sub>48</sub> O <sub>5</sub>	asiatic acid
14.05	C <sub>30</sub> H <sub>48</sub> O <sub>5</sub>	euscaphic acid
14.59	C <sub>30</sub> H <sub>48</sub> O <sub>4</sub>	maslinic acid
15.32	C <sub>30</sub> H <sub>48</sub> O <sub>4</sub>	hederagenin

海岸桐茎和果实中共鉴定出 9 个环烯醚萜类化合物, 其中共有成分 6 个, 分别为马钱酸、10-羟基马钱苷、1-甲基-(吡喃己糖氧基)-6-羟基-7-甲基-1,4a,5,6,7,7a-六氢环戊二烯[*c*]吡喃-4-羧酸酯、马钱苷、6 $\beta$ -羟基京尼平苷和梔子苷。此外, 茎中还有京尼平苷酸, 果实中还有桃叶珊瑚苷和(+)-京尼平苷。

海岸桐茎和果实中共鉴定出 16 个酚酸及其苷类化合物, 其中共有成分 4 个, 分别为绿原酸、3,4-二咖啡酰奎宁酸、1,5-二咖啡酰奎宁酸和可来灵素 C。此外, 茎中还有新绿原酸、1-(4-羟基-2-甲氧基苯基)-2-(4-羟基-3,5-二甲氧基苯甲酰氧基)-3-(4-羟基苯基)丙-1-醇、1-[(2*E*)-3-(3,4-二羟基苯基)-2-丙烯酰基]氧基}-3,4,5-三羟基环己烷羧酸、(+)-原花青素 B2、原花青素 C1、3-*O*-阿魏酰基-*D*-奎宁酸、坎德林 A2 和 4,5-二咖啡酰奎宁酸; 果实中还有 3,4,5-三甲氧基苯基己吡喃糖苷、4-乙酰基-2-甲氧基苯基- $\beta$ -*D*-葡萄糖硫苷、顺式咖啡酸和巴昔托素。

海岸桐茎和果实中共鉴定出 8 个黄酮类化合物, 其中共有成分仅异水黄精, 果实中还有 3-(2-甲氧基苯基)-4-氧代-4*H*-色烯-7-基丁酸酯、5-羟基-3-(3-羟基-4,5-二甲氧基苯基)-7-甲氧基-4*H*-色酮-4-酮以及黄酮苷类化合物芦丁、山柰酚 3-*O*- $\beta$ -*D*-葡萄糖半乳糖苷、异槲皮素、金丝桃苷和甲基橙皮苷。

此外, 茎中还有苦木素类化合物异鸭胆子苦素 A 以及强心苷类化合物双羟基毛地黄毒苷和 12 $\beta$ -羟基洋地黄毒苷; 果实中还有脂肪酸类化合物(-)-松萝酸和樟脑酸 3-甲酯, 二萜类化合物鼠尾草酸以及甾体类化合物水龙骨素 B、牛膝甾酮和癸酸鞣酮。

表 2 海岸桐果实的化学成分

Table 2 Chemical constituents in the fruits of *Guettarda speciosa* Linn.

保留时间/min Retention time	分子式 Molecular formula	化合物 Compound
2.25	C <sub>15</sub> H <sub>22</sub> O <sub>9</sub>	aucubin
2.46	C <sub>15</sub> H <sub>22</sub> O <sub>9</sub>	3,4,5-trimethoxyphenyl hexopyranoside
2.95	C <sub>16</sub> H <sub>24</sub> O <sub>10</sub>	loganate
3.35	C <sub>17</sub> H <sub>26</sub> O <sub>11</sub>	10-hydroxyloganin
3.56	C <sub>16</sub> H <sub>18</sub> O <sub>9</sub>	chlorogenic acid
3.70	C <sub>15</sub> H <sub>20</sub> O <sub>8</sub>	4-acetyl-2-methoxyphenyl- $\beta$ - <i>D</i> -glucopyranoside
4.16	C <sub>17</sub> H <sub>26</sub> O <sub>10</sub>	methyl 1-(hexopyranosyloxy)-6-hydroxy-7-methyl-1,4a,5,6,7,7a-hexahydrocyclopenta[ <i>c</i> ]pyran-4-carboxylate
4.34	C <sub>9</sub> H <sub>8</sub> O <sub>4</sub>	<i>cis</i> -caffeic acid
4.52	C <sub>17</sub> H <sub>26</sub> O <sub>10</sub>	loganin
4.58	C <sub>17</sub> H <sub>24</sub> O <sub>10</sub>	(+)-geniposide
4.67	C <sub>17</sub> H <sub>24</sub> O <sub>11</sub>	6 $\beta$ -hydroxygeniposide
5.35	C <sub>27</sub> H <sub>44</sub> O <sub>8</sub>	polypodine B
5.51	C <sub>17</sub> H <sub>24</sub> O <sub>11</sub>	gardenoside
6.97	C <sub>27</sub> H <sub>30</sub> O <sub>16</sub>	rutin
7.17	C <sub>27</sub> H <sub>30</sub> O <sub>16</sub>	kaempferol 3- <i>O</i> - $\beta$ - <i>D</i> -glucosylgalactoside
7.38	C <sub>21</sub> H <sub>20</sub> O <sub>12</sub>	isoquercetin
7.65	C <sub>21</sub> H <sub>20</sub> O <sub>12</sub>	hyperoside
8.01	C <sub>29</sub> H <sub>36</sub> O <sub>15</sub>	methyl hesperidin
8.51	C <sub>13</sub> H <sub>14</sub> O <sub>6</sub>	baxitozine
8.95	C <sub>25</sub> H <sub>24</sub> O <sub>12</sub>	3,4-dicafeoylquinic acid
9.96	C <sub>25</sub> H <sub>24</sub> O <sub>12</sub>	1,5-dicafeoylquinic acid
11.29	C <sub>27</sub> H <sub>44</sub> O <sub>7</sub>	inokosterone
11.50	C <sub>35</sub> H <sub>56</sub> O <sub>8</sub>	papyriferic acid
11.59	C <sub>26</sub> H <sub>32</sub> O <sub>13</sub>	glehlinoside C
11.94	C <sub>20</sub> H <sub>18</sub> O <sub>5</sub>	3-(2-methoxyphenyl)-4-oxo-4 <i>H</i> -chromen-7-yl butyrate
12.17	C <sub>42</sub> H <sub>66</sub> O <sub>15</sub>	azukisaponin III
12.42	C <sub>18</sub> H <sub>34</sub> O <sub>5</sub>	(-)-pinelliacid
12.45	C <sub>19</sub> H <sub>16</sub> O <sub>7</sub>	isokanugin
12.51	C <sub>35</sub> H <sub>56</sub> O <sub>8</sub>	hederagenin 3- <i>O</i> -arabinoside
12.78	C <sub>11</sub> H <sub>18</sub> O <sub>4</sub>	camphoric acid 3-methyl ester
13.01	C <sub>30</sub> H <sub>48</sub> O <sub>6</sub>	madecassic acid
13.38	C <sub>30</sub> H <sub>46</sub> O <sub>6</sub>	medicagenic acid
13.51	C <sub>29</sub> H <sub>46</sub> O <sub>3</sub>	testosterone decanoate
13.63	C <sub>18</sub> H <sub>16</sub> O <sub>7</sub>	5-hydroxy-3-(3-hydroxy-4,5-dimethoxyphenyl)-7-methoxy-4 <i>H</i> -chromen-4-one
13.72	C <sub>30</sub> H <sub>46</sub> O <sub>5</sub>	quillaic acid
13.72	C <sub>30</sub> H <sub>48</sub> O <sub>5</sub>	2,3,23-trihydroxyurs-12-en-28-oic acid
13.92	C <sub>30</sub> H <sub>48</sub> O <sub>5</sub>	asiatic acid
14.05	C <sub>30</sub> H <sub>48</sub> O <sub>5</sub>	euscaphic acid
14.25	C <sub>20</sub> H <sub>28</sub> O <sub>4</sub>	carnosic acid
14.71	C <sub>30</sub> H <sub>48</sub> O <sub>4</sub>	maslinic acid

## 3 讨 论

海岸桐茎中有35个化合物,包括三萜类12个、环烯醚萜类7个、酚酸及其苷类12个、强心苷类2个、黄酮类1个、苦木素类1个。海岸桐茎中鞣质类酚酸成分较多,该类成分易被氧化,这可能是该植物的茎颜色较深的原因之一。鞣质聚合后可以形成保护层,并且能够增强植物的韧性,有利于海岸桐抵御风浪等恶劣的海岛自然环境,具有很强的生态学研究意义。然而由于鞣质的存在,对于单体类化学成分的分干扰较大,因此,对海岸桐茎化学成分进行深入研究具有一定的难度。海岸桐果实中有40个化合物,包括三萜类10个、环烯醚萜类8个、酚酸及其苷类8个、黄酮类8个、甾体类3个、脂肪酸类2个、二萜类1个。海岸桐果实中三萜类化合物主要是齐墩果烷型和乌苏烷型三萜,这2类三萜类化合物广泛存在于植物的果实中,具有护肝、抗炎和抗肿瘤等功效<sup>[13]</sup>,且具有甜味,可以改善果实的口感。在海岸桐的果实中发现了一系列的环烯醚萜类化合物,这在植物果实的成分研究中较为少见,这类化合物具有抗炎和保护神经等生物活性<sup>[14]</sup>。此外,海岸桐果实中还有甾体类化合物,这类化合物通常分布于植物的根、茎中,说明海岸桐果实中的化学成分多样,具有深入研究和开发的潜力。

## 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: 第七十一卷第二分册[M]. 北京: 科学出版社, 1999: 15.
- [2] 李晓盈, 刘东明, 简曙光, 等. 海岸桐的抗旱生物学特性[J]. 广西植物, 2021, 41(6): 914-921.
- [3] 王 军, 段瑞军, 黄圣卓, 等. 西沙群岛4种木材的解剖学研究[J]. 热带作物学报, 2020, 41(3): 603-608.
- [4] 任 海, 简曙光, 张倩媚, 等. 中国南海诸岛的植物和植被现状[J]. 生态环境学报, 2017, 26(10): 1639-1648.
- [5] REVATHI D, RAJESWARI M. Chemical profiling of *Guettarda speciosa* Linn. by GC-MS [J]. International Journal of Emerging Technology and Advanced Engineering, 2015, 5(9): 114-118.
- [6] REVATHI D, RAJESWARI M. Phytochemical analysis of *Guettarda speciosa* Linn. [J]. Asian Journal of Plant Science and Research, 2015, 5(9): 1-4.
- [7] MUANGROM W, BACHER M, BERGER A, et al. A novel tryptophan-derived alkaloid and other constituents from *Guettarda speciosa* (Rubiaceae: Cinchonoideae-Guettardeae) [J]. Biochemical Systematics and Ecology, 2021, 95: 104239.
- [8] TAN M A, LAGAMAYO M W D, ALEJANDRO G J D, et al. Anti-amyloidogenic and cyclooxygenase inhibitory activity of *Guettarda speciosa* [J]. Molecules, 2019, 24(22): 4112.
- [9] THAMIZHVANAN K, PAVAN KUMAR P, BACHALA T, et al. Antibacterial and antifungal activities of various extracts of *Guettarda speciosa* L. [J]. International Journal of Phytopharmacology, 2010, 1(1): 20-22.
- [10] LE H T T, CHO Y-C, CHO S. Methanol extract of *Guettarda speciosa* Linn. inhibits the production of inflammatory mediators through the inactivation of Syk and JNK in macrophages [J]. International Journal of Molecular Medicine, 2018, 41(3): 1783-1791.
- [11] ARUMUGAM S, PALANIVELU A, RETNASAMY G, et al. Study on the antiseizure activities of inner bark of *Guettarda speciosa* (L.) [J]. Iranian Journal of Pharmacology and Therapeutics, 2009, 8(2): 73-76.
- [12] 羊 青, 王茂媛, 王清隆, 等. 海人树茎化学成分及抗氧化活性[J]. 中成药, 2020, 42(9): 2389-2396.
- [13] 班玉娟, 陈 瑞, 张 宇, 等. 五环三萜类化合物的口服吸收与代谢研究进展[J]. 化学试剂, 2021, 43(7): 906-916.
- [14] 薛长松, 徐 晶, 李萃萍, 等. 环烯醚萜苷类化合物体内代谢及代谢物药理活性研究进展[J]. 中国中药杂志, 2018, 43(1): 39-45.

(责任编辑: 张明霞)

## 《植物资源与环境学报》启事

为了扩大科技期刊的信息交流、充分实现信息资源共享,《植物资源与环境学报》已先后加入“中国学术期刊(光盘版)”、“万方数据——数字化期刊群”和“中文科技期刊数据库”等网络文献资源数据库,凡在本刊发表的论文将编入数据库供上网交流、查阅及检索,作者的著作权使用费与本刊稿酬一次性给付,不再另付。如作者不同意将文章收编入数据库,请在来稿时声明,本刊将做适当处理。

《植物资源与环境学报》的投稿网址为 <http://zwzy.cnbg.net>; 联系电话: 025-84347014; E-mail: [zwzybjb@163.com](mailto:zwzybjb@163.com); QQ: 2219161478。

《植物资源与环境学报》编辑部  
2024-09