

· 综 述 ·

红树植物老鼠簕的化学成分和药理活性研究进展

李元跃¹, 刘韶松², 高苏蕊^{1,2}, 赵 沙¹, 简敏如^{1,2}

(1. 集美大学水产学院, 福建省海洋渔业资源与生态环境重点实验室, 福建 厦门 361021;

2. 厦门华侨亚热带植物引种园, 厦门市植物引种检疫与植物源产物重点实验室, 福建 厦门 361002)

[摘要] 为深入了解和开发老鼠簕 (*Acanthus ilicifolius* Linn.) 的药用和保健价值, 许多研究机构对老鼠簕的化学成分、提取物药理活性和部分单体化学成分活性机理进行了深入研究, 明确了老鼠簕提取物具有抗氧化保肝、抗炎镇痛、抗肿瘤和抗菌等药理活性, 分离鉴定出老鼠簕化学成分近百个, 发现部分老鼠簕生物碱具有显著的肝保护作用。但对开发老鼠簕药品或保健品研究方面, 依然没有进展。综述了国内外关于老鼠簕的化学成分和药理活性研究进展, 旨在为老鼠簕的进一步研究和开发利用提供依据。

[关键词] 老鼠簕; 化学成分; 药理活性

[中图分类号] S 917.3

Progress in the Research on the Chemical Constituents and Pharmacologic Activities of Mangrove Plants of *Acanthus ilicifolius*

LI Yuan Yue¹, LIU Shaosong², GAO Surui^{1,2}, ZHAO Sha¹, JIAN Minru^{1,2}

(1. Fisheries College of Jimei University, Fujian Provincial Key Laboratory of Marine Fishery Resources and Ecosystem, Xiamen 361021, China; 2. Plant Introduction & Quarantine and Plant Product Key Laboratory of Xiamen City, Xiamen Overseas Subtropical Plant Introduction Garden, Xiamen 361002, China)

Abstract: In order to elucidate the pharmacology and health care effect of *Acanthus ilicifolius*, chemical constituents, pharmacologic activities and mechanism of action of pure compounds from which were studied. The results showed that the extract of *A. ilicifolius* displayed antioxidant, liver-protecting, anti-inflammatory, antitumor and antibacterial activities. About one hundred compounds were identified from *A. ilicifolius* and some alkaloids displaying significant liver-protecting activity. However, no progress has been made on utilizing this herb as other traditional Chinese medicines and nomedicines and health care products were invented from which. Based on the problems mentioned above, this paper reviewed the researches on chemical constituents and pharmacological activities of this species, aiming to provide basis for further research, development and utilization of *A. ilicifolius*.

Keywords: *Acanthus ilicifolius*; chemical constituents; pharmacologic activities

[收稿日期] 2021-05-20

[基金项目] 国家自然科学基金面上项目 (41976161); 福建省高校产学研合作重大项目 (2021Y4013)

[作者简介] 李元跃 (1968—), 男, 副教授, 博士, 从事海洋生态学方向研究。

0 引言

红树植物是生长于热带、亚热带海岸潮间带的高等木本植物^[1]。由于独特的生长环境,其次生代谢产物多样且结构特殊,表现出多种生物活性,具有一定的药用价值^[2]。老鼠簕(*Acanthus ilicifolius* Linn.)为爵床科(Acanthaceae)老鼠簕属(*Acanthus* L.)非胎生红树植物,在形态学上为直立灌木,高达两米,茎秆粗壮。它生长在热带、亚热带高盐碱度的潮间带泥滩、河口高潮线以下的盐渍土壤或淤泥较厚的海湾,在我国福建、广西、广东、海南等热带、亚热带沿海地区,以及东南亚、澳大利亚等国家和地区均有分布。国内同属植物还有小花老鼠簕(*A. ebracteatus*)和厦门老鼠簕(*A. xiamenensis*),由于形态相似,在民间使用时基本没有区分^[3],因此本文在后面探讨其药理活性和化学成分时不再加以区分。

老鼠簕在民间有着悠久的药用历史。早在 1978 年的《全国中草药汇编》就有记录其味淡性寒,具有止咳平喘、清热解毒、消肿散结的功效,以全株或根入药,被用作治疗慢性肝炎、腰肌劳损和肝脾肿大等多种疾病^[4]。在印度、泰国等东南亚国家,老鼠簕被用于治疗神经痛、风湿症、蛇伤和麻痹等^[5]。

鉴于老鼠簕广泛的民间用药传统,近年来关于老鼠簕药理活性和化学成分的研究报道越来越多。药理活性研究发现老鼠簕具有抗氧化保肝、抗炎镇痛、抗肿瘤和抗菌等活性,化学成分研究发现老鼠簕含有生物碱、木脂素、黄酮类、苯乙醇苷、三萜和甾醇等近百种成分。本文经系统的文献检索,对老鼠簕的化学成分和药理活性进行整理并综述,为老鼠簕的进一步研究和开发利用提供思路。

1 老鼠簕化学成分

20 世纪 80 年代泰国学者^[6]首先对老鼠簕的化学成分进行了研究,发现其主要化学成分为苯并噁嗪酮和苯并噁唑啉酮类生物碱。之后又进一步研究发现,老鼠簕还含有三萜类、木脂素类、黄酮类、苯乙醇苷类和甾醇类等多种类型的化合物。

1.1 木脂素类化合物

从老鼠簕中分离到的木脂素类化合物主要有芳基萜和四氢呋喃两种类型。Kanchanapoom 等^[7-8]从老鼠簕地上部分的甲醇提取物中分离得到 dihydroxymethyl-bis(3,5-dimethoxy-4-hydroxyphenyl) tetrahydrofuran-9(or 9')-*O*- β -glucopyranoside(1)、(8*R*,7'*S*,8'*R*)-5,5'-dimethoxylariciresinol-4-*O*- β -glucopyranoside(2)、alangilignoside C(3)、alangilignoside D(4)、(+)-syringaresinol-*O*- β -glucopyranoside(5)、(+)-syringaresinol-4-*O*- β -D-apiofuranosyl-(1 \rightarrow 2)-*O*- β -D-glucopyranoside(6)、(+)-lyoniresinol 3 α -*O*- β -D-glucopyranoside(7)、(+)-lyoniresinol 3 α -[2-(3,5-dimethoxy-4-hydroxy)-benzoyl]-*O*- β -glucopyranoside(8)、(-)-lyoniresinol 3 α -*O*- β -D-glucopyranoside(9),以及一种以结构 A 和 B 动态平衡存在的化合物 magnolenin C(10)。Wu 等^[9]在老鼠簕地上部分的乙醇提取物中分离得到(+)-lyoniresinol 3 α -*O*- α -D-galactopyranosyl-(1 \rightarrow 6)- β -D-glucopyranoside(11)、(+)-lyoniresinol 2 α -*O*- α -D-galactopyranosyl-3 α -*O*- β -D-glucopyranoside(12)。化合物结构图见图 1,其中(1)~(83)为化合物编号。

1.2 生物碱类化合物

生物碱是老鼠簕中具有代表性的次级代谢产物^[10]。Tiwari 等^[11]从老鼠簕的氯仿提取物中分离出的老鼠簕碱(canthicifoline(13))和 Minocha 等^[6]分离得到的葫芦巴碱(trigonelline(14))为吡啶生物碱类化合物。Murty 等^[12]从老鼠簕叶提取到 2-苯并噁唑啉酮(2-benzoxazolinone, BOA(15))。彭兴等^[13]在老鼠簕中分离到新的生物碱 4-羟基-2-苯并噁唑啉酮(4-hydroxy-2-benzoxazolinone(16))。霍长虹等在老鼠簕中分离到一种新的苯并噁唑啉酮 4-*O*- β -D-吡喃葡萄糖基-苯并噁唑啉-2(3*H*)-酮(4-*O*- β -D-glucopyranosyl-benzoxazolin-2(3*H*)-one(17))^[14],之后又陆续分离到化合物 5,5'-bis-benzoxazolin-2,2'-dione(18)^[15]、2,4-二羟基-1,4-苯并噁嗪-3-酮(2,4-dihydroxy-2*H*-1,4-benzoxazin-3-one, DIBOA(19))^[16]。Kanchanapoom 等^[17]用热的甲醇提取老鼠簕的地上部分得到(2*R*)-2-*O*- β -D-吡喃葡萄糖基-2*H*-1,4-苯并噁嗪-3(4*H*)-酮((2*R*)-2-*O*- β -D-glucopyranosyl-2*H*-1,4-benzoxazin-3(4*H*)-one,

HBOA-Glc(20))、(2R)-2-*O*- β -D-吡喃葡萄糖基-4-羟基-2H-1,4-苯并噁嗪-3(4H)-酮((2R)-2-*O*- β -D-glucopyranosyl-4-hydroxy-2H-1,4-benzoxazin-3(4H)-one, DIBOA-Glc(21))、(2R)-2-*O*- β -D-吡喃葡萄糖基-7-羟基-2H-1,4-苯并噁嗪-3(4H)-酮((2R)-2-*O*- β -D-glucopyranosyl-7-hydroxy-2H-1,4-benzoxazin-3(4H)-one, DHBOA-Glc(22))、7-氯-(2R)-2-*O*- β -D-吡喃葡萄糖基-2H-1,4-苯并噁嗪-3(4H)-酮(7-chloro-(2R)-2-*O*- β -D-glucopyranosyl-2H-1,4-benzoxazin-3(4H)-one(23))、(2R)-2-*O*- β -D-吡喃葡萄糖基-5-羟基-2H-1,4-苯并噁嗪-3(4H)-酮((2R)-2-*O*- β -D-glucopyranosyl-5-hydroxy-2H-1,4-benzoxazin-3(4H)-one(24))。赵丹等^[18]从老鼠簕的根中分离出4种新的2-苯并噁唑啉酮类生物碱 acanthosides A~D(25~28)。Cai等^[19]对红树植物老鼠簕的叶和茎部分进行化学研究,分离得到1种新的化合物为 acanthiline a(29),并发现该化合物具有先前未报道过的天然产物骨架。

1.3 黄酮类化合物

从老鼠簕中分离到的主要是黄酮和黄酮醇类化合物。Kokpol等^[20]在老鼠簕根部分离鉴定出芹菜素(apigenin(30))、芹菜素7-*O*- β -D-葡萄糖醛酸(apigenin 7-*O*- β -D-glucuronate(31)); Nair等^[21]在老鼠簕叶中首次分离鉴定出了甲基芹菜素7-*O*- β -D-葡萄糖醛酸(methylapigenin 7-*O*- β -D-glucuronate(32))。Tiwari等^[10]分离得到槲皮素(querletin(33))、槲皮素-3-*O*- β -D-吡喃葡萄糖苷(querletin-3-*O*- β -D-glucopyranoside(34)),Wu等^[22]分离得到牡荆素(vitexin(35))、刺槐素(acacetin(36))、7-*O*- α -L-rhamnopyranosyl-(1'' \rightarrow 6'')-*O*- β -D-glucopyranoside(37)。

1.4 三萜类化合物

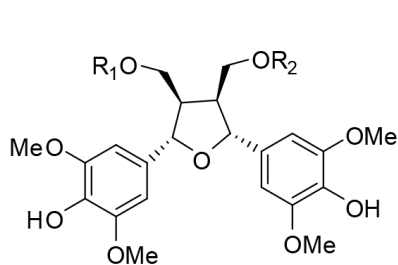
目前从老鼠簕中分离得到三萜类化合物的结构主要有乌苏烷型、齐墩果烷型和羽扇豆烷型。Ghosh等^[23]发现老鼠簕叶片中含有 β -香树脂醇(β -amyrin(38))、齐墩果酸(oleanolic acid(39))、3 β ,24-dihydroxyolean-12-en-28-oic acid(40)、 α -香树脂醇(α -amyrin(41))、乌苏酸(ursolic acid(42))、羽扇豆醇(lupeol(43))。Minocha等^[24]在老鼠簕根的乙醇提取物中分离到一种新的羽扇豆烷型三萜皂苷化合物为[α -L-arabinofuranosyl-(1 \rightarrow 4)- β -D-glucuronopyranosyl(1 \rightarrow 3)]-3 β -hydroxy-lup-20(29)-ene(44)。海芳等^[25]在老鼠簕甲醇提取物中分离到24-亚甲基环阿尔廷醇(24-methylenecycloartanol(45))、24-methylenelanost-9(11)-en-3 β -ol(parkeol,(46))。

1.5 甾醇类化合物

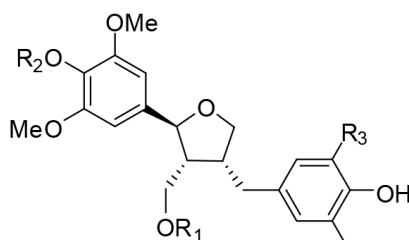
从老鼠簕中分离到的甾醇类化合物有胆固醇(cholesterol(47))、菜油甾醇(campesterol(48))、豆甾醇(stigmasterol(49))、 β -谷甾醇(β -sitosterol(50))、 Δ 7-豆甾烯醇(stigmast-7-en-3 β -ol(51))、二十八-异岩藻甾醇(28-isofucosterol(52))、豆甾-3-*O*- β -D-葡萄糖苷(stigmasteryl-3-*O*- β -D-glucopyranoside(53))^[23,26]。海芳等^[25,27-28]在老鼠簕甲醇提取物的石油醚部位分离到豆甾-4-烯-3-酮(stigmasta-4-en-3-one(54))、豆甾-4,22-二烯-3-酮(stigmasta-4,22-dien-3-one(55))、麦角甾-4-烯-3-酮(campest-4-en-3-one(56))、豆甾-4-烯-3,6-二酮(stigmast-4-en-3,6-dione(57))、豆甾-4,22-二烯-3,6-二酮(stigmast-4,22-diene-3,6-dione(58))、豆甾-4,22-二烯-6 β -羟基-3-酮(stigmast-4,22-diene-6 β -ol-3-one(59))、6 β -羟基-豆甾-4-烯-3-酮(6 β -hydroxystigmast-4-en-3-one(60))、3 β -羟基-豆甾-5,22-二烯-7-酮(3 β -hydroxystigmasta-5,22-diene-7-one(61))、3 β -羟基-豆甾-5-烯-7-酮(3 β -hydroxystigmasta-5-en-7-one(62))、4-甲基胆甾-7-烯-3 β -醇(4-methylcholesta-7-ene-3 β -ol(63))。陈艳萍等^[29]从老鼠簕叶的80%乙醇提取物中分离到胡萝卜苷(daucosterol(64))。

1.6 苯乙醇苷类化合物

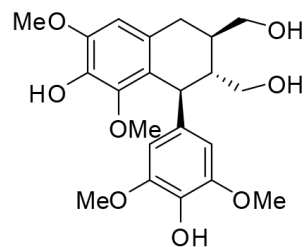
Wu等^[30-31]从老鼠簕中分离鉴定出 phenylethyl-*O*- β -D-glucopyranosyl-(1 \rightarrow 2)- β -D-glucopyranoside(65)、cistanoside E(66)、阿克替苷(acteoside(67))、异阿克替苷(isoacteoside(68))、campneoside II(69)、campneoside I(70)、ilicifolioside A(71)、ilicifolioside D(72)、isocistanoside F(73)、cistanoside F(74)(化合物73、74没有苯乙醇结构,可能是合成苯乙醇苷类的前提物质,因此在这里也归为苯乙醇苷类物质)。



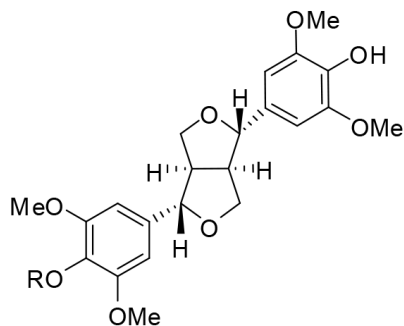
1 $R_1 = \text{Glc or H}, R_2 = \text{H or Glc}$



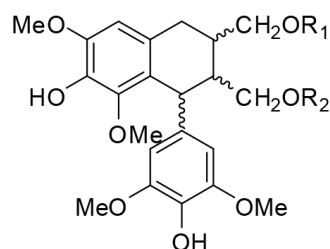
2 $R_1 = \text{H}, R_2 = \beta\text{-D-Glc}, R_3 = \text{OMe}$
3 $R_1 = \beta\text{-D-Glc}, R_2 = \text{H}, R_3 = \text{OMe}$
4 $R_1 = \beta\text{-D-Glc}, R_2 = R_3 = \text{H}$



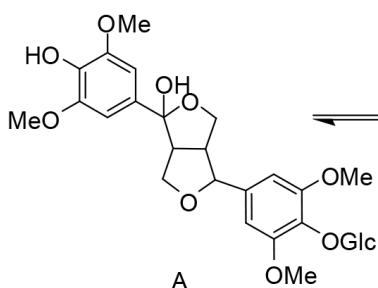
7



5 $R = \beta\text{-D-Glc}$
6 $R = \text{Glc}(2' \rightarrow 1'')\text{Api}$



8 $1\beta, 2\alpha, 3\beta, R_1 = \text{H}, R_2 = [2-(3,5\text{-dimethoxy-4-hydroxy-benzoyl})\text{-O-}\beta\text{-Glc}]$
9 $1\alpha, 2\beta, 3\alpha, R_1 = \text{H}, R_2 = \beta\text{-D-Glc}$
11 $1\beta, 2\alpha, 3\beta, R_1 = \text{H}, R_2 = \text{Glc}(6'' \rightarrow 1'')\text{Gal}$
12 $R_1 = \text{Gal}, R_2 = \text{Glc}$

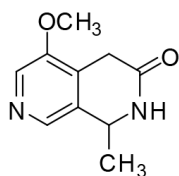


A

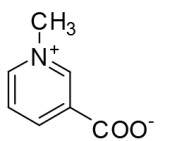


B

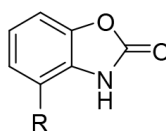
10



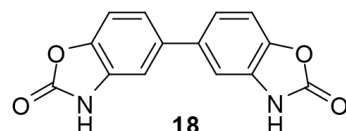
13



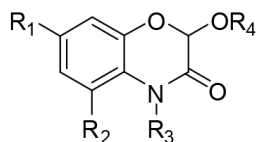
14



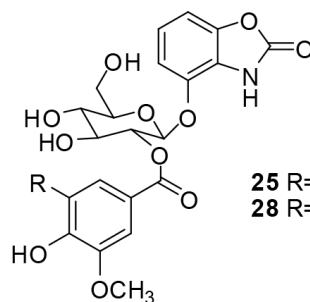
15 $R = \text{H}$
16 $R = \text{OH}$
17 $R = \text{Glc}$



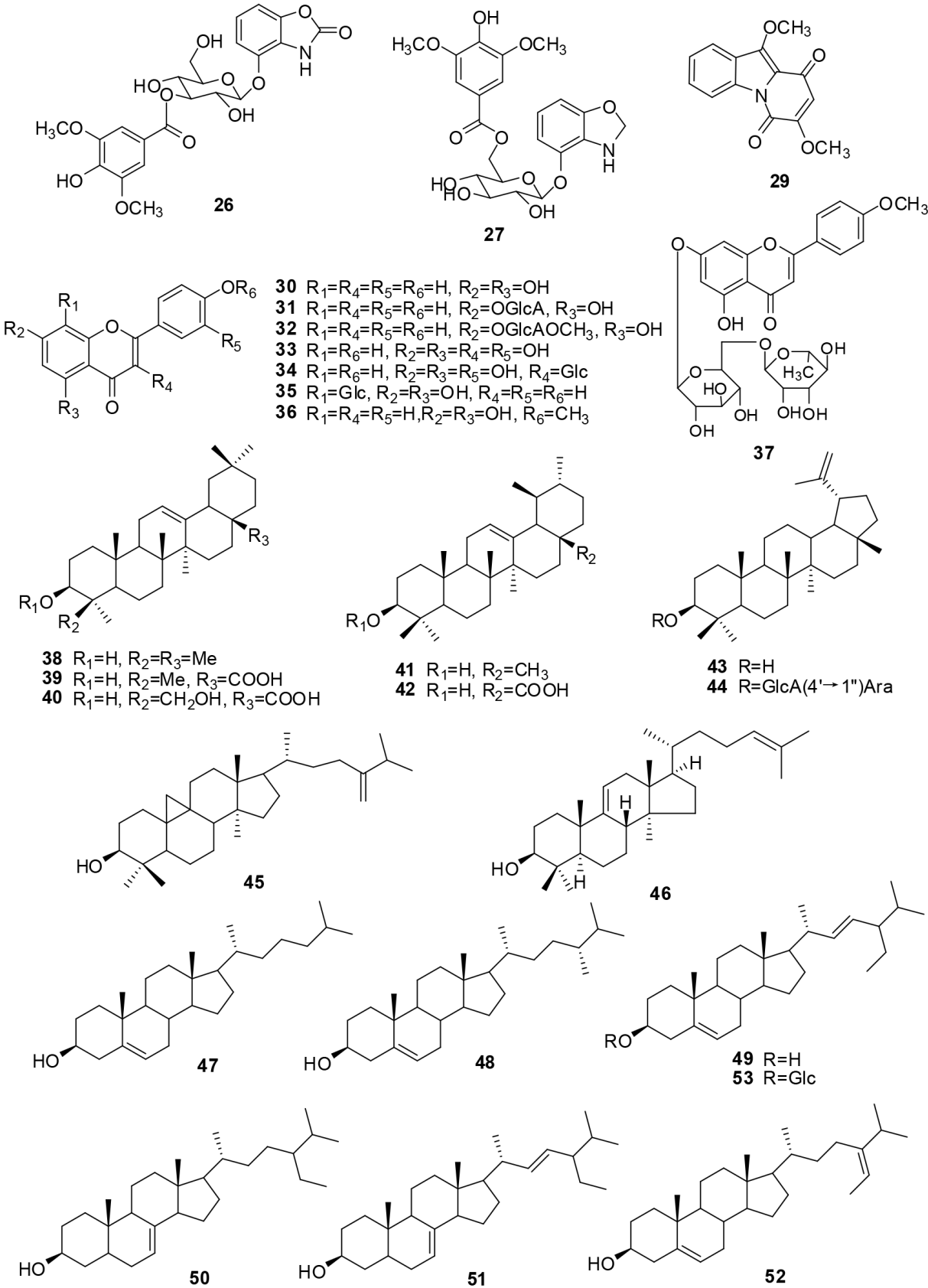
18

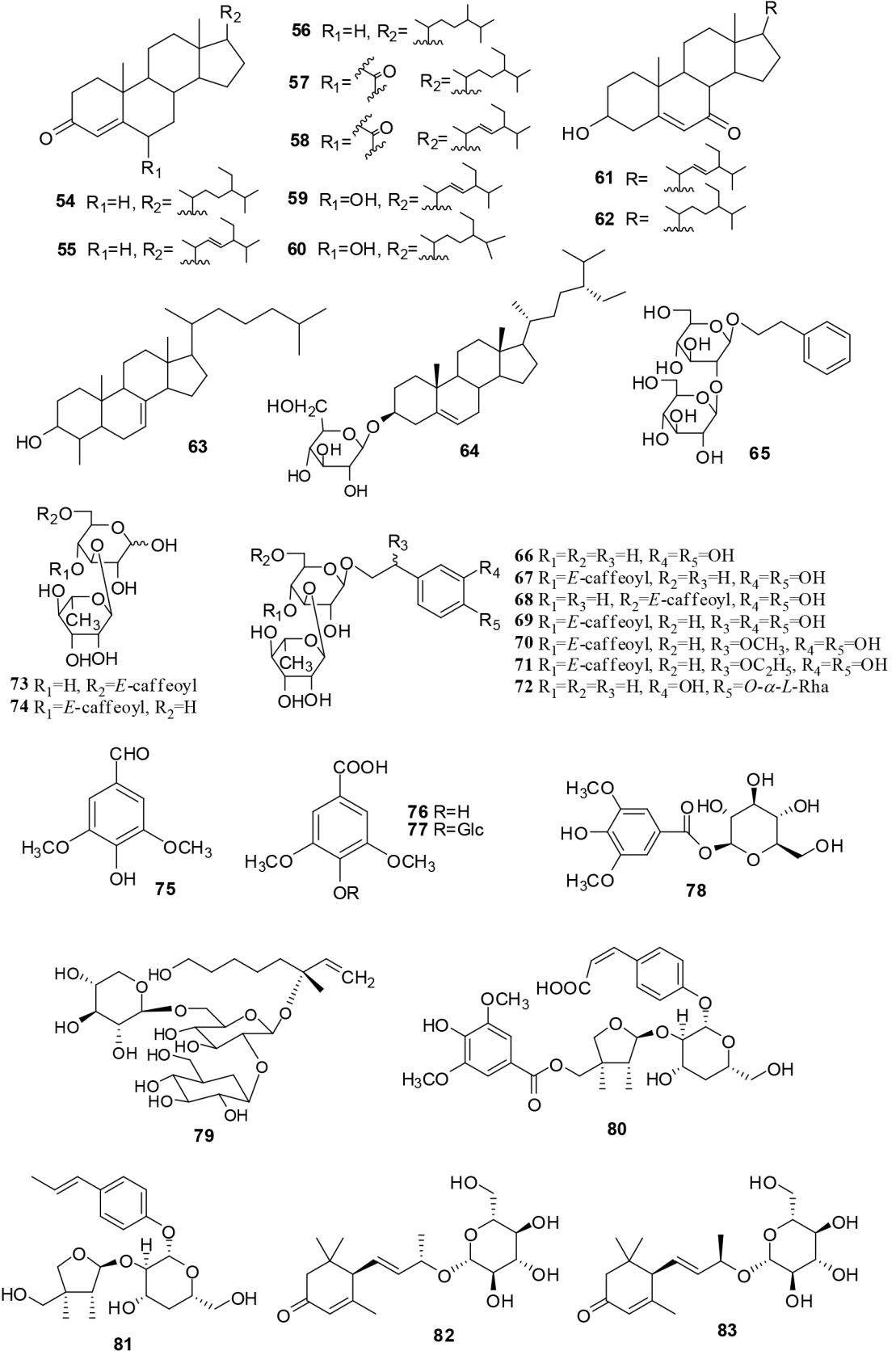


19 $R_1 = R_2 = R_4 = \text{H}, R_3 = \text{OH}$
20 $R_1 = R_2 = R_3 = \text{H}, R_4 = \text{Glc}$
21 $R_1 = R_2 = \text{H}, R_3 = \text{OH}, R_4 = \text{Glc}$
22 $R_1 = \text{OH}, R_2 = R_3 = \text{H}, R_4 = \text{Glc}$
23 $R_1 = \text{Cl}, R_2 = R_3 = \text{H}, R_4 = \text{Glc}$
24 $R_1 = R_3 = \text{H}, R_2 = \text{OH}, R_4 = \text{Glc}$



25 $R = \text{OCH}_3$
28 $R = \text{H}$





1.7 其他类化合物

赵丹等^[32]从老鼠簕根的70% (体积分数) 乙醇提取物中分离得到丁香醛(syringaldehyde(75))、丁香酸(4-hydroxy-3,5-dimethoxybenzoic acid(76))、丁香酸葡萄糖苷(glucosyringic acid(77))和erigeron C(78)。Wu等^[31]从老鼠簕中分离得到6-甲基-辛-7-烯-1,6-二醇的三糖苷ilicifoliosides B(79)、acancifolioside(80)、(Z)-4-香豆酸4-O-β-D-呋喃芹糖基-(1'→2')O-β-D-葡萄糖苷(81)、(6R,7E,9S)-9-hydromegastigman-4,7-dien-3-one-9-O-β-D-glucopyranoside(82)和(6R,7E,9R)-9-hydromegastigman-4,7-dien-3-one-9-O-β-D-glucopyranoside(83)^[22]。

2 老鼠簕药理活性

老鼠簕作为具有较长药用价值历史的红树植物,除了用于民间传统医药,其药理活性早在20世纪30年代就被国外学者研究,近年来更是有很多关于其药用价值的发现,主要集中在保肝抗氧化、抗炎镇痛、抗肿瘤和抗菌等方面。

2.1 抗氧化和保肝作用

老鼠簕具有抗氧化和保肝的作用已被现代药理学证实,而肝炎等疾病的发生很大可能关乎体内活性氧的代谢失衡。彭兴等^[33]通过实验表明,老鼠簕根和茎的醇提取物用乙酸乙酯萃取后对活性氧具有较强抗性。田莹等^[34-35]对老鼠簕中提取的多糖成分进行体外抗氧化研究,结果表明其还原能力较好,且老鼠簕酸性多糖在层析纯化后能够明显提高对自由基的清除效果,尤其提高了对羟基自由基的清除率。胡忠等^[36]参照Fenton体系进行了羟自由基的清除试验,发现老鼠簕的类黄酮粗提取物能够很好地清除羟自由基,且随着粗提取物浓度的提高,其清除效果也相应地增强。另有学者发现,从老鼠簕中分离得到的黄酮和酚类化合物在大鼠中显示出高抗氧化活性^[37-38]。Babu等^[39]研究发现老鼠簕叶的醇提取物具有清除自由基的活性,可以对四氯化碳诱导的肝损伤发挥有益作用。老鼠簕花的甲醇提取物也显示出抗氧化作用,表现为清除DPPH自由基的效率最高^[40]。Avijit等^[41]研究表明老鼠簕茎提取物显示出与抗坏血酸相当的自由基清除活性。Zhang等^[42]采用热水浸提和脱蛋白的方法得到老鼠簕的多糖成分,发现其具有较好的自由基清除能力和还原能力。Paul等^[43]利用老鼠簕根和叶的水提取物科学地验证了其化学成分具有体外抗氧化、抗癌和抗凝血活性。Gayathri等^[44]发现,老鼠簕叶的甲醇提取物具有很高的还原能力,是一种有效的抗氧化剂,并认为这种提取物是治疗由氧化而引起的疾病的有价值药物。Gong等^[45]研究发现,自老鼠簕叶中提取的凝缩类单宁具有酪氨酸酶的抑制活性,是可逆的抑制剂,这表明效应物可以降低酪氨酸酶的活性,而不需要同时改变有效酶的量;此外,它还可以降低苹果中多酚氧化酶活性,能有效地防止苹果褐变,可作为抗氧化剂。

老鼠簕的正丁醇提取物能显著降低由四氯化碳所致的急性肝损伤的小鼠血液中谷草转氨酶、谷丙转氨酶水平及肝脏组织中的丙二醛水平,是老鼠簕防止肝受损的有效成分^[46]。黄戎娟等^[47]对四氯化碳中毒性肝纤维化模型大鼠分别用老鼠簕乙醇浸膏和生理盐水灌胃处理,发现由老鼠簕治疗中毒性肝纤维化时,能有效减少肝细胞损伤,改善血清指标,减轻肝纤维化病理学程度。梅燕等^[48]研究发现,老鼠簕的乙醇提取物能够使由四氯化碳引起的大鼠肝纤维化组织中的COX-2和TGFβ1的表达受到抑制。Wai等^[49]研究证明老鼠簕生物碱A(4-羟基-2-苯并噻唑啉酮)及其乙酰化衍生物对受四氯化碳诱导的大鼠肝纤维化有较好的抑制作用。黄秀昆等^[50]研究发现老鼠簕生物碱A对肝纤维化大鼠的保护作用机制可能与抑制PI3K/Akt/mTOR/p70S6K信号通路有关,可能会通过PI3K/Akt途径降低肝损伤,在一定程度上改善D-Gal N/LPS所致的小鼠急性肝损伤,对小鼠有肝保护作用。

2.2 抗炎镇痛作用

据文献报道,老鼠簕全株提取物具有镇痛和抗炎作用^[51]。在卡拉胶给药前和给药后,老鼠簕叶

的甲醇提取物均能显著抑制大鼠足水肿,该提取物减少了腹膜液中的蛋白质渗出和白细胞迁移,从而表明其对抑制腹膜炎炎症的有效性^[52]。此外,老鼠筋叶提取物中存在的成分具有较强的自由基捕获活性,这可能影响其抗炎作用。Mani 等^[53]研究发现老鼠筋叶的提取物具有抗炎以及抗溃疡的双重抑制作用,对治疗急性和慢性胃炎症状有重要意义。王宗英等^[54]研究发现老鼠筋生物碱 A 及其衍生物具有毒性较小而活性高,以及对胃黏膜损伤较轻的优点,在应用于抗炎镇痛活性方面具有潜在价值。阳春苗等^[55]研究发现,老鼠筋生物碱 A 羧酸衍生物对抗炎和镇痛具有较好的作用,其中的部分化合物与阿司匹林作用相当,均可对由二甲苯所致的小鼠耳肿胀起到抑制效果,另外还对由乙酸导致的小鼠扭体反应也都有抑制作用。

2.3 抗肿瘤作用

印度学者 Babu 等^[4]研究了老鼠筋叶的乙醇提取物的抗肿瘤活性,发现受 DMBA 诱导的小鼠皮肤乳头状瘤的形成能够被这种提取物有效抑制,并且与剂量呈相关关系,经验证,口服给药 500 mg/kg 可以有效减小肿瘤的体积。老鼠筋花和茎的甲醇提取物对卤虫幼虫具有较强的细胞毒性^[40-41]。Poor-na 等^[56]研究发现,老鼠筋的石油醚和乙酸乙酯馏分对人类结肠癌细胞株-116 有效,而对乳腺癌细胞不存在活性。Wei 等^[57]用老鼠筋醇提物来进行对抗鸭乙型肝炎病毒的研究,发现高剂量的醇提物对肝组织及功能有显著的保护作用,然而尚未发现其具对抗鸭乙肝病毒的作用。Rajamanickam 等^[58]研究表明,老鼠筋乙醇提取物对受二乙基亚硝胺诱导的大鼠实验性肝癌具有明显的化学预防作用,可抑制肝癌细胞 HepG2 的增殖。Chakraborty 等^[59]研究发现,老鼠筋叶的水提物在恢复血液和肝脏的组织结构以及延长动物的生存时间以抵抗腹水肿瘤在体内的扩散方面是有益的,且该水提物的化学预防功效在限制 MT (malignant tumor) 的表达和防止小鼠肝脏的 DNA 改变方面有所表现。

2.4 抗菌作用

经国外学者研究,老鼠筋含有潜在的抗菌活性化合物^[60]。Jadhav 等^[61]对老鼠筋的茎叶提取物进行抗菌研究,发现老鼠筋的丙酮、乙醇、甲醇热提取液对金黄色葡萄球菌、枯草芽孢杆菌有轻度至中度的抑制作用,而氯仿、乙醇、甲醇的热提取液对大肠杆菌有抑制作用。Bose 等^[62]研究发现老鼠筋叶片的乙醇提取物和氯仿提取物对枯草芽孢杆菌、金黄色葡萄球菌、白色念珠菌、烟曲霉和黑曲霉均有较强的抑制作用,对铜绿假单胞菌和变形杆菌有中度抑制作用。Ganesh 等^[63]分别对老鼠筋根茎叶的甲醇、乙醇和水提取物进行抗菌活性研究,得到老鼠筋根的水提取物、茎的乙醇提取物和叶的甲醇提取物对巨芽孢杆菌、植物乳杆菌、乙型副伤寒沙门氏菌、痢疾志贺菌、大肠杆菌、变形链球菌、肺炎克雷伯菌、黄曲霉、白色葡萄球菌、嗜酸乳杆菌均有显著抑制效果。Aiyer 等^[64]通过比较老鼠筋叶的甲醇、正己烷和氯仿提取物发现,甲醇提取物相比于另外两种提取物表现出更好的自由基清除活性和总抗氧化活性,且对抗分枝杆菌、梭状芽孢杆菌、沙门氏菌等病原体是有效的。

在体外抑菌试验基础上,Kalaskar 等^[65]用老鼠筋叶的氯仿提取物证实了其对烟曲霉感染的小鼠具有系统的抗真菌活性。Andriani 等^[66]研究发现老鼠筋叶的氯仿提取物可有效增加口腔念珠菌免疫抑制模型中 IL-22 的表达,具有抗真菌作用,与制霉菌素具有相似的效果。老鼠筋叶的氯仿提取物被认为可用于控制皮肤感染病原菌^[67]。老鼠筋中的 2-苯并咪唑啉酮对部分植物病原菌具有一定的抑制作用^[68]。Ravikumar 等^[69]用琼脂扩散法对老鼠筋提取物的抗菌活性进行了针对 24 种细菌病原体的测试,得到其抗菌活性成分为 6-羟基苯并咪唑啉酮、(Z)-4-香豆酸 4-O- β -D-葡萄糖苷和 3,5-二甲氧基-4-羟基苯甲酸甲酯。

2.5 其他作用

Kapil 等^[70]将从老鼠筋叶中分离提取的 2-苯并咪唑啉酮对利什曼原虫进行体外抑制试验,结果表明,其半数致死浓度为 40 $\mu\text{g/mL}$,这与喷他脒的杀虫活性相似。Sardar 等^[71]研究发现,老鼠筋地上部分的乙醇提取物在驱虫活性试验中,捻转血矛线虫和鹿同盘吸虫麻痹和死亡的相对指数均呈剂量依赖性下降,表明该提取物在较高浓度下具有杀虫作用;还发现该提取物对盐水虾无节幼体有毒,但在

体内急性毒性试验中是安全的;证实了老鼠簕在过敏性疾病和蠕虫感染中的传统用途。

老鼠簕的乙醇提取物对试验性糖尿病大鼠有较强的抗糖尿病作用^[38],与格列本脲相比,该提取物可显著降低血糖,它还能促进胰腺 β 细胞的再生^[38],对糖尿病的治疗具有重要的意义。在单体化化学成分的药理活性研究方面,老鼠簕生物碱A及其衍生物对2型糖尿病有效^[72]。徐万鹏等^[73]研究发现老鼠簕生物碱A对高脂饮食导致的大鼠非酒精性脂肪肝有一定的改善作用。

Kumar等^[74]也对老鼠簕中的苯乙醇苷做了抗溃疡活性的研究。陈艳萍等^[29]对从老鼠簕叶中分离到的化合物,进行流感病毒神经氨酸酶活性测定,发现 blepharin、麦角甾苷和异类叶升麻苷均具有一定的抗流感病毒活性。

3 结语

根据上述文献资料可知,关于老鼠簕在化学成分和药理活性方面的研究已经取得了相当的进展,但在实际应用方面未见有相关的产品涌现。近年来海岸带生态环境得到持续改善,老鼠簕已由原来的稀缺资源逐渐成为红树林的主要类群,并有蔓延生长之势。这些为老鼠簕的开发利用提供了重要的物质基础。老鼠簕在民间有多年的药食两用史,今后可在前人研究的基础上,一方面通过考察老鼠簕化学成分的指纹图谱来确定其药材质量标准,另一方面从药理、毒性方面对老鼠簕进行系统评价,为进一步开发老鼠簕药食两用资源提供研究基础。

[参考文献]

- [1] 范航清. 红树林 海岸环保卫士 [M]. 南宁: 广西科学技术出版社, 2000: 55-58.
- [2] 王友绍, 何磊, 王清吉, 等. 药用红树植物的化学成分及其药理研究进展 [J]. 中国海洋药物, 2004, 23(2): 26-31.
- [3] 林鹏. 中国红树林环境生态及经济利用 [M]. 北京: 高等教育出版社, 1995: 19.
- [4] 吴军, 李庆欣, 黄建设, 等. 药用红树植物老鼠簕的化学成分研究进展 [J]. 中草药, 2003, 34(2): 104-105.
- [5] BABU B H, SHYLESH B S, PADIKKALA J. Tumour reducing and anticarcinogenic activity of *Acanthus ilicifolius* in mice [J]. Journal of Ethnopharmacology, 2002, 79(1): 27-33.
- [6] MINOCHA P, TIWARI K. Chemical constituents of *Acanthus ilicifolius* Linn [J]. Polish Journal of Chemistry, 1980, 54(10): 2089-2090.
- [7] KANCHANAPOOM T, KAMEL M S, KASAI R, et al. Lignan glucosides from *Acanthus ilicifolius* [J]. Phytochemistry, 2001, 56(4): 369-372.
- [8] KANCHANAPOOM T, KASAI R, PICHEANSOONTHON C, et al. Megastigmane, aliphatic alcohol and benzoxazinoid glycosides from *Acanthus ebracteatus* [J]. Phytochemistry, 2001, 58(5): 811-817.
- [9] WU J, ZHANG S, LI Q X, et al. Two new cycloligan glycosides from *Acanthus ilicifolius* [J]. Zeitschrift Für Naturforschung Section B: Journal of Chemical Sciences, 2004, 59(3): 341-344.
- [10] HUO C H, WANG B, LIN W H, et al. Benzoxazinones from *Acanthus ilicifolius* [J]. Biochemical Systematics and Ecology, 2005, 33(6): 643-645.
- [11] TIWARI K P, MINOCHA P R, MASOOD M. Acanthicifoline: a new alkaloid from *Acanthus ilicifolius* [J]. Polish Journal of Chemistry, 1980, 54(4): 857-858.
- [12] MURTY M, SOLIMABI, KAMAT S. Isolation of 2-benzoxazolinone from *Acanthus ilicifolius* [J]. Indian J Pharm Sci, 1984, 46(6): 218-219.
- [13] 彭兴, 龙盛京. 老鼠簕的化学成分研究 [J]. 中草药, 2006, 37(7): 971-973.
- [14] HUO C H, AN D G, WANG B, et al. Structure elucidation and complete NMR spectral assignments of a new benzoxazolinone glucoside from *Acanthus ilicifolius* [J]. Magnetic Resonance in Chemistry, 2005, 43(4): 343-345.
- [15] D'SOUZA L, WAHIDULLA S, MISHRA P D. Bisoxazolinone from the mangrove *Acanthus ilicifolius* [J]. Indian J Chem, Sect B: Org Chem Incl Med Chem, 1997: 36B(11): 1078-1081.

- [16] WOLF R B, SPENCER G F, PLATTNER R D. Benzoxazolinone, 2,4-dihydroxy-1,4-benzoxazin-3-one, and its glucoside from *Acanthus mollis* seeds inhibit velvetleaf germination and growth [J]. Journal of Natural Products, 1985, 48(1): 59-63.
- [17] KANCHANAPOOM T, KAMEL M S, KASAI R, et al. Benzoxazinoid glucosides from *Acanthus ilicifolius* [J]. Phytochemistry, 2001, 58(4): 637-640.
- [18] ZHAO D, XIE L, YU L, et al. New 2-benzoxazolinone derivatives with cytotoxic activities from the roots of *Acanthus ilicifolius* [J]. Chemical and Pharmaceutical Bulletin, 2015, 63(12): 1087-1090.
- [19] CAI Y, SUN J, TANG Q, et al. Acanthiline A, a pyrido[1,2-A]indole alkaloid from Chinese mangrove *Acanthus ilicifolius* [J]. Journal of Asian Natural Products Research, 2018, 20(11): 1088-1092.
- [20] KOKPOL U, CHITTAWONG V, MILES D H. Chemical constituents of the roots of *Acanthus ilicifolius* [J]. Journal of Natural Products, 1986, 49(2): 355-356.
- [21] NAIR A, POUCHANAME V. Methylapigenin 7-O- β -D-glucuronate-A new flavone glucoside from *Acanthus ilicifolius* [J]. Journal of the Indian Chemical Society, 1987, 64(4): 228-229.
- [22] WU J, ZHANG S, XIAO Q, et al. Megastigmane and flavone glycosides from *Acanthus ilicifolius* [J]. Pharmazie, 2003, 58(5): 363-364.
- [23] GHOSH A, MISRA S, DUTTA A K, et al. Pentacyclic triterpenoids and sterols from seven species of mangrove [J]. Phytochemistry, 1985, 24(8): 1725-1727.
- [24] MINOCHA P K, TIWARI K P. A triterpenoidal saponin from roots of *Acanthus ilicifolius* [J]. Phytochemistry, 1981, 20(1): 135-137.
- [25] 海芳, 唐旭利, 李国强. 红树植物老鼠簕中的甾醇和萜类成分 [J]. 天然产物研究与开发, 2010, 22(4): 597-599.
- [26] MISR S, CHOUDHURY A, GHOSH A K D A. Sterols and fatty acids from three species of mangrove [J]. Phytochemistry, 1984, 23(12): 2823-2827.
- [27] 海芳, 唐旭利, 李国强. 红树植物老鼠簕中的甾醇成分 [J]. 中国海洋药物, 2009, 28(3): 23-28.
- [28] 张亮亮, 王湛昌, 陈俊德, 等. 药用红树植物老鼠簕 (*Acanthus ilicifolius*) 乙醇提取物的化学成分研究 [J]. 中国海洋药物, 2007, 26(6): 5-9.
- [29] 陈艳萍, 谭道鹏, 曾琪, 等. 老鼠簕叶化学成分及其抗流感病毒活性 [J]. 中药材, 2015, 38(3): 527-530.
- [30] WU J, HUANG J, XIAO Q, et al. Complete assignments of ^1H and ^{13}C NMR data for 10 phenylethanoid glycosides [J]. Magnetic Resonance in Chemistry, 2004, 42(7): 659-662.
- [31] WU J, ZHANG S, XIAO Q, et al. Phenylethanoid and aliphatic alcohol glycosides from *Acanthus ilicifolius* [J]. Phytochemistry, 2003, 63(4): 491-495.
- [32] 赵丹, 于蕾, 程守前, 等. 红树植物老鼠簕根化学成分的研究 [J]. 广东化工, 2015, 42(18): 24-25.
- [33] 彭兴, 龙盛京. 老鼠簕提取成分的抗氧化活性 [J]. 华西药学杂志, 2006, 21(1): 14-17.
- [34] 田莹, 方旭波, 江波, 等. 红树植物老鼠簕多糖的提取和初步纯化的研究 [J]. 哈尔滨商业大学学报 (自然科学版), 2007, 23(5): 595-598.
- [35] 田莹, 江波, 张涛. 药用红树植物老鼠簕多糖的抗氧化性研究 [J]. 安徽农业科学, 2007, 35(30): 9560-9562.
- [36] 胡忠, 吴奕瑞, 黎宝荣, 等. 老鼠簕类黄酮的提取及生理活性研究 [J]. 汕头大学学报 (自然科学版), 2007, 22(3): 49-55.
- [37] BILLAH M M. Antioxidant, anti-inflammatory, and anticoagulation properties of *aegiceras corniculatum* and *Acanthus ilicifolius* [J]. Pharmaceutical and Biomedical Research, 2019, 5(3): 35-43.
- [38] ASHA K K, MATHEW S, LAKSHMANAN P T. Flavonoids and phenolic compounds in two mangrove species and their antioxidant property [J]. Indian Journal of Geo-Marine Sciences, 2012, 41(3): 259-264.
- [39] BABU B H, SHYLESH B S, PADIKKALA J. Antioxidant and hepatoprotective effect of *Acanthus ilicifolius* [J]. Fitoterapia, 2001, 72(3): 272-277.
- [40] FIRDAUS M, PRIHANTO A A, NURDIANI R. Antioxidant and cytotoxic activity of *Acanthus ilicifolius* flower [J]. Asian Pacific Journal of Tropical Biomedicine, 2013, 3(1): 17-21.

- [41] AVIJIT D, MD R S, MD S I H, et al. Phytochemical screening and the evaluation of the antioxidant, cytotoxic and antimicrobial properties of *Acanthus ilicifolius* (Family: Acanthaceae) [J]. International Research Journal of Pharmacy, 2012, 3(8): 153-156.
- [42] ZHANG T, TIAN Y, JIANG B, et al. Purification, preliminary structural characterization and *in vitro* antioxidant activity of polysaccharides from *Acanthus ilicifolius* [J]. LWT-Food Science and Technology, 2014, 56(1): 9-14.
- [43] PAUL T, RAMASUBBU S. The antioxidant, anticancer and anticoagulant activities of *Acanthus ilicifolius* L. roots and *Lumnitzera racemosa* Wild. leaves, from southeast coast of India [J]. Journal of Applied Pharmaceutical Science, 2017, 7(3): 81-87.
- [44] GAYATHRI G A, MAHALIGAM G, NATHIYA R. Quantitative phytochemical analysis, *in vitro* reducing power and anti-oxidant activity of methanol leaf extract of *Acanthus ilicifolius* [J]. International Journal of Pharmacognosy and Phytochemical Research, 2014, 7(1): 181-186.
- [45] GONG C, WANG Y, WANG M, et al. Evaluation of the structure and biological activities of condensed tannins from *Acanthus ilicifolius* Linn and their effect on fresh-cut fuji apples [J]. Applied Biochemistry and Biotechnology, 2019: 1-16.
- [46] 陈朝霞, 刘军, 陈胡兰, 等. 红树植物老鼠簕抗肝损伤有效部位化学成分分离及含量测定 [J]. 成都中医药大学学报, 2012, 35(3): 42-44.
- [47] 黄戎娟, 张聪, 刘洋. 老鼠簕治疗中毒性肝纤维化机制研究 [J]. 药物生物技术, 2016, 23(2): 138-140.
- [48] 梅燕, 侯软玲, 刘林, 等. 老鼠簕乙醇提取物对肝纤维化大鼠 COX-2 和 TGF β_1 表达的影响 [J]. 时珍国医国药, 2012, 23(4): 888-890.
- [49] WAI K K, LIANG Y, ZHOU L, et al. The protective effects of *Acanthus ilicifolius* alkaloid a and its derivatives on pro- and anti-inflammatory cytokines in rats with hepatic fibrosis [J]. Biotechnology and Applied Biochemistry, 2015, 62(4): 537-546.
- [50] 黄秀昆, 孙雪梅, 韦秀桂, 等. 老鼠簕生物碱 A 对肝纤维化大鼠 PI3K/Akt/m TOR/p70S6K 信号通路的影响 [J]. 中草药, 2019, 50(2): 457-461.
- [51] 阳春苗, 王秋玲, 龙盛京. 老鼠生物碱 A 羧酸衍生物抗炎镇痛活性的研究 [J]. 广西医学, 2014, 36(8): 1105-1108.
- [52] KUMAR K T M S, GORAIN B, ROY D K, et al. Anti-inflammatory activity of *Acanthus ilicifolius* [J]. Journal of Ethnopharmacology, 2008, 120(1): 7-12.
- [53] KUMAR K T M S, PUJA Z, SAMANTA S K, et al. The gastroprotective role of *Acanthus ilicifolius*: a study to unravel the underlying mechanism of anti-ulcer activity [J]. Scientia Pharmaceutica, 2012, 80(3): 701-717.
- [54] 王宗英, 陈永好, 郑广进, 等. 老鼠簕生物碱 A 及其衍生物乙酰老鼠簕生物碱 A 的抗炎镇痛作用 [J]. 中国医院药学杂志, 2011, 31(10): 807-810.
- [55] 阳春苗, 郑广进, 龙盛京, 等. 老鼠簕生物碱 A 及其衍生物对 α -淀粉酶活性的影响 [J]. 中国现代应用药学, 2012, 29(3): 205-208.
- [56] POORNA A, KUMAR M S, SANTHOSHKUMAR T R, et al. Phytochemical analysis and *in vitro* screening for biological activities of *Acanthus ilicifolius* [J]. Journal of Pharmacy Research, 2011, 4(7): 1977-1981.
- [57] WEI P, WU S, MU X, et al. Effect of alcohol extract of *Acanthus ilicifolius* L. on anti-duck hepatitis B virus and protection of liver [J]. Journal of Ethnopharmacology: An Interdisciplinary, 2015, 160: 1-5.
- [58] RAJAMANICKAM E, GURUDEEBAN S, SATYAVANI K, et al. Chemopreventive effect of *Acanthus ilicifolius* extract on modulating antioxidants, lipid peroxidation and membrane bound enzymes in diethyl nitrosamine induced liver carcinogenesis [J]. International Journal of Cancer Research, 2016, 12(1): 1-16.
- [59] CHAKRABORTY T, BHUNIYA D, CHATTERJEE M, et al. *Acanthus ilicifolius* plant extract prevents DNA alterations in a transplantable ehrlich ascites carcinoma-bearing murine model [J]. World Journal of Gastroenterology, 2007, 13(48): 6538-6548.
- [60] MANILAL A, SUGATHAN S, KIRAN S, et al. Biopotentials of mangroves collected from the southwest coast of India [J]. Global Journal of Biotechnology & Biochemistry, 2009, 4(1): 59-65.

- [61] JADHAV B L, KASATKAR P A. Antimicrobial screening and phytochemical analysis of mangrove species *Acanthus ilicifolius* [J]. Biosciences Biotechnology Research Asia, 2007, 4(2): 633-638.
- [62] BOSE S, BOSE A. Antimicrobial activity of *Acanthus ilicifolius* (L.) [J]. Indian Journal of Pharmaceutical Sciences, 2008, 70(6): 821-823.
- [63] GANESH S, VENNILA J J, OTHERS. Screening for antimicrobial activity in *Acanthus ilicifolius* [J]. Archives of Applied Science Research, 2010, 2(5): 311-315.
- [64] AIYER S, MANJU K G. Phytochemical screening, *in vitro* antioxidant activity, cytotoxicity study using Brine shrimp and antimicrobial study of *Acanthus ilicifolius* (Linn.) leaves [J]. Asian Journal of Pharmacy and Pharmacology, 2019, 5(5): 916-921.
- [65] KALASKAR P S, KARANDE V V, BANNALIKAR A S, et al. Antifungal activity of leaves of mangroves plant *Acanthus ilicifolius* against aspergillus fumigatus [J]. Indian Journal of Pharmaceutical Sciences, 2012, 74(6): 575-579.
- [66] ANDRIANI D, PARGAPUTRI A F. Enhance of IL-22 expression in oral candidiasis immunosuppressed model with *Acanthus ilicifolius* extract therapy [J]. IOP Conference Series: Earth and Environmental Science, 2019, 217(1): 12056.
- [67] GOVINDASAMY C, ARULPRIYA M. Antimicrobial activity of *Acanthus ilicifolius*; skin infection pathogens [J]. Asian Pacific Journal of Tropical Disease, 2013, 3(3): 180-183.
- [68] AERI V, SINGH D. HPTLC studies on various extracts of *Acanthus ilicifolius* Linn. leaves and evaluation of antimicrobial and antioxidant activity [J]. Der Pharmacia Lettre, 2013, 5(4): 261-273.
- [69] RAVIKUMAR S, RAJA M, GNANADESIGAN M. Antibacterial potential of benzoate and phenylethanoid derivatives isolated from *Acanthus ilicifolius* L. leaf extracts [J]. Natural Product Research, 2012, 26(23): 2270-2273.
- [70] KAPIL A, SHARMA S, WAHIDULLA S. Leishmanicidal activity of 2-benzoxazolinone from *Acanthus ilicifolius* *in vitro* [J]. Planta Medica, 1994, 60(2): 187-188.
- [71] SARDAR P K, DEV S, BARI M A A, et al. Antiallergic, anthelmintic and cytotoxic potentials of dried aerial parts of *Acanthus ilicifolius* L. [J]. Clinical Phytoscience, 2018, 4(1): 1-13.
- [72] LIU L, FAN H, QI P, et al. Synthesis and hepatoprotective properties of *Acanthus ilicifolius* alkaloid A and its derivatives [J]. Experimental and Therapeutic Medicine, 2013, 6(3): 796-802.
- [73] 徐万鹏, 梁英琴, 韦秀桂, 等. 老鼠簕生物碱 A 对大鼠非酒精性脂肪肝的改善作用及其机制研究 [J]. 中国药房, 2020, 31(16): 1955-1960.
- [74] KUMAR K T M S, YADAV K K, SAMANTA S K, et al. Antiulcer activity of a phenylethanoid glycoside from *Acanthus ilicifolius* [J]. Indian Journal of Pharmacology, 2013, 45: S71-S72.

(责任编辑 朱雪莲 英文审校 黄力行)