

海洋中药厚藤的化学成分及药理活性研究进展

冯小慧^{1,2}, 邓家刚^{1,2}, 秦健峰^{1,2}, 郝二伟^{1,2}, 韦 玮^{1,2}, 谢金玲^{1,2}, 侯小涛^{1,2*}

1. 广西中医药大学, 广西 南宁 530200

2. 广西中药药效研究重点实验室, 广西 南宁 530200

摘要: 厚藤 *Ipomoea pes-caprae* 为旋花科 (Convolvulaceae) 番薯属植物, 是一种生长于滨海滩涂的海洋植物药, 不仅是我国南方沿海民间常用海洋中药和京族习用植物药, 同时, 也是澳大利亚、墨西哥、泰国、巴西、巴基斯坦等多个热带及亚热带国家的传统药用植物。其资源丰富, 应用广泛。其化学成分主要包括树脂糖苷类、萜类、黄酮类、酚酸类、挥发性成分、甾体类等。现代药理研究表明厚藤具有抗肿瘤、抗菌、抗炎镇痛、抗胶原酶、抗氧化、免疫调节等多种药理活性。深入总结厚藤的化学成分及药理活性的研究现状, 以期为该海洋中药的临床应用、质量控制和产品开发等提供参考。

关键词: 厚藤; 树脂糖苷; 萜类; 酚酸类; 黄酮类; 抗肿瘤活性; 抗炎镇痛活性; 抗氧化活性

中图分类号: R282.71 **文献标志码:** A **文章编号:** 0253-2670(2018)04-0955-10

DOI: 10.7501/j.issn.0253-2670.2018.04.032

Research progress on chemical constituents of marine medicine *Ipomoea pes-caprae* and their pharmacological activities

FENG Xiao-hui^{1,2}, DENG Jia-gang^{1,2}, QIN Jian-feng^{1,2}, HAO Er-wei^{1,2}, WEI Wei^{1,2}, XIE Jin-ling^{1,2},
HOU Xiao-tao^{1,2}

1. Guangxi University of Chinese Medicine, Nanning 530200, China

2. Guangxi Key Laboratory of Efficacy Study on Chinese Materia Medica, Nanning 530200, China

Abstract: *Ipomoea pes-caprae*, the plant of *Ipomoea* (Convolvulaceae), is the marine medicine growing in the intertidal zone of coasts. It is not only the Jing nationality medicine in the southern coastal areas of China, but also the folk medicine in the tropical and subtropical countries such as Australia, Mexico, Thailand, Brazil, and Pakistan. It is resource-rich and widely used. The main compounds contain resin glycosides, terpenoids, phenolic acid, flavonoids, volatile oils, and steroids. Pharmacological studies have been reported that *I. pes-caprae* has a variety of pharmacological activities, such as antitumor, antibiosis, anti-inflammatory and analgesic, anticollagenase, anti-oxidation, immun regulation, and other activities. The recent study on chemical composition and pharmacological activities of *I. pes-caprae* are summarized in this paper to provide reference for the clinical application, quality control and product development of the marine medicine.

Key words: *Ipomoea pes-caprae* (Linn.) Sweet; resin glycosides; terpenes; phenolic acids; flavonoids; antitumor activity; anti-inflammatory and analgesic activity; anti-oxidant activity

厚藤 *Ipomoea pes-caprae* (Linn.) Sweet 又名二叶红薯、马鞍藤, 为旋花科 (Convolvulaceae) 番薯属草本植物, 主要分布于热带及亚热带沿海地区, 植物资源丰富^[1]。厚藤不仅是具有绿化、防风固沙、抵御自然灾害、恢复生态等功能的海滩景观植物^[2],

也是中国南方沿海的民间常用海洋中药、京族习用植物药。《中华海洋本草》《中华本草》《广西药用植物名录》等多部著作中均有该植物药用记载, 其味辛、苦, 性微寒, 归肺、肝、胃、大肠经, 具有祛风除湿、消痈散结、拔毒消肿的功效, 民间应用于

收稿日期: 2017-10-16

基金项目: 广西科学研究与技术开发计划项目 (桂科合 15104001-11); 广西中药药效研究重点实验室建设项目 (16-380-29); 农作物废弃物功能成分研究协同创新中心建设项目 (CICAR 2017-Y1); 广西科学研究与技术开发计划项目 (2017AD19024)

作者简介: 冯小慧 (1991—), 女, 在读硕士, 研究方向为中药活性成分及质量控制。E-mail: fengl23xiaohui@163.com

*通信作者 侯小涛 (1969—), 女, 教授, 博士生导师。E-mail: xthou@126.com

治疗腰肌劳损、风湿关节痛、腰腿痛及疮疖、痔疮、海蜇引起的皮炎^[3]。厚藤在其他多个国家民间医学领域均有悠久的历史,如澳大利亚土著人用其治疗伤口、虫毒引起的皮肤炎症、淋巴结核、高血压、偏头痛^[4-5],墨西哥民间用其治疗肾炎^[6],泰国民间用其治疗水母毒素引起的炎症^[7],巴西民间用于治疗疝气、排尿障碍、淋病^[8],巴基斯坦将其作为代茶饮^[9]。

现代研究表明,厚藤具有抗肿瘤、抗菌、抗炎镇痛、抗胶原酶、抗氧化、免疫调节等多种药理活性。本文根据1938年至今的文献,对厚藤的化学成分及药理活性研究进行系统总结,以期为该海洋中药的临床应用、质量控制和产品开发等提供参考。

1 化学成分

现有文献报道从厚藤的根、叶及地上部位中分离鉴定出117个化合物,主要包括树脂糖苷、萜类、酚酸类、黄酮类、挥发性成分、甾体类等。

1.1 树脂糖苷类

旋花科番薯属植物富含一类新颖的大环内酯类成分树脂糖苷,该类成分一般由长链脂肪酸与多个单糖形成内酯^[10]。目前,从厚藤中分离鉴定出的树脂糖苷数量达43个,包括: pescaproside A (1)^[4]、pescaproside B (2)^[6]、pescaproside E (3)^[11]、pescaprein I (4)、pescaprein IV (5)^[4]、stolonicferin III (6)、pescaprein II (7)、pescaprein III (8)^[4,12]、pescaprein V (9)、pescaprein VI (10)、pescaprein VII (11)、pescaprein VIII (12)、pescaprein IX (13)^[6]、pescaprein X (14)、pescaprein XI (15)、pescaprein XII (16)、pescaprein XIII (17)、pescaprein XIV (18)、pescaprein XV (19)、pescaprein XVI (20)、pescaprein XVII (21)^[13]、pescaprein XVIII (22)、murucoidin VI (23)、pescaprein XIX (24)、pescaprein XX (25)^[12]、stoloniferin IX (26)、stoloniferin X (27)^[12,14]、batataosade II (28)、batataosade III (29)^[14]、pescaprein XXI (30)、pescaprein XXII (31)、pescaprein XXIII (32)、pescaprein XXIV (33)、pescaprein XXV (34)、pescaprein XXVI (35)、pescaprein XXVII (36)、pescaprein XXVIII (37)、pescaprein XXIX (38)、pescaprein XXX (39)^[15]。

此外,谢福林^[16]从厚藤根中鉴定出4个与已知树脂糖苷结构有很大差异的化合物,即(11S)-牵牛脂酸-11-O- α -L-吡喃鼠李糖基-(1 $\rightarrow$ 3)-O-[4-O-(2S)-2-甲基-丁酰基- α -L-吡喃鼠李糖基-(1 $\rightarrow$ 4)]-O-

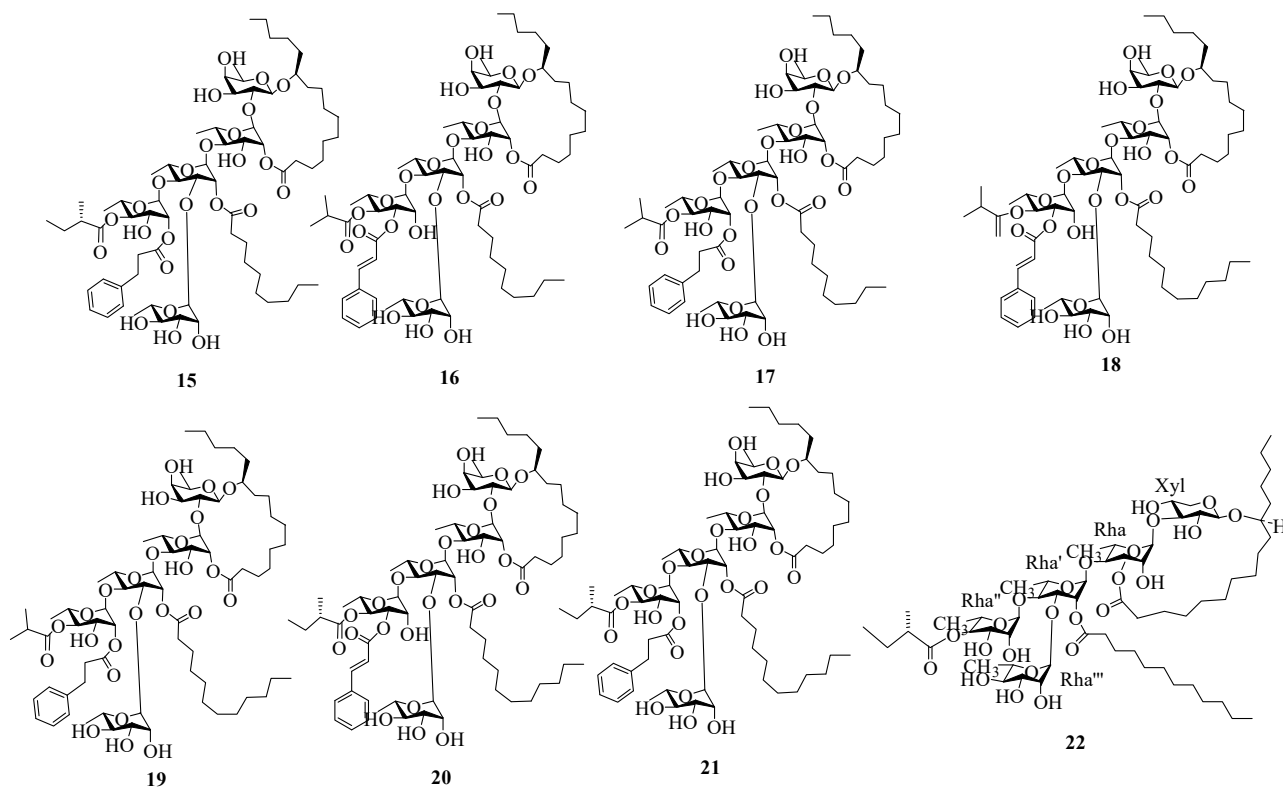
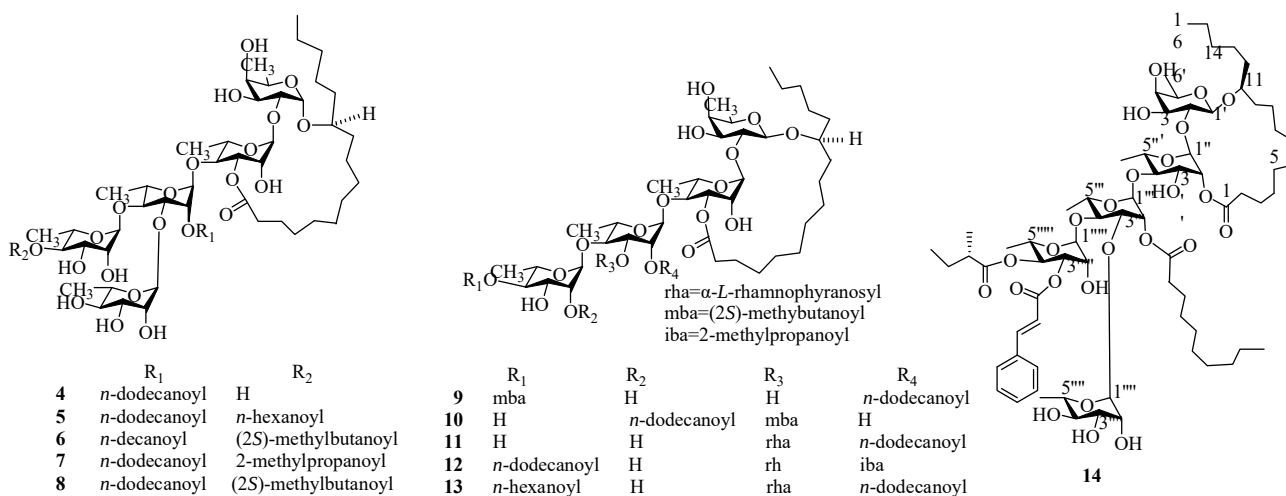
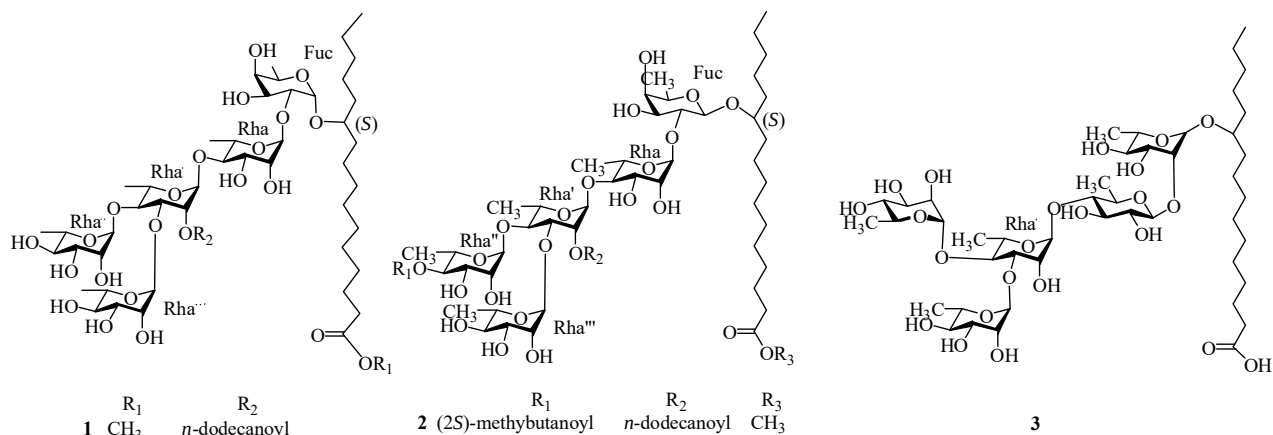
(2-O-正十二烷酰基)- α -L-吡喃鼠李糖基-(1 $\rightarrow$ 4)-O- α -L-吡喃鼠李糖基-(1 $\rightarrow$ 3)- β -D-吡喃岩藻糖苷(40)、(11S)-牵牛脂酸-11-O- α -L-吡喃鼠李糖基-(1 $\rightarrow$ 3)-O-[4-O-(2S)-2-甲基-丁酰基- α -L-吡喃鼠李糖基-(1 $\rightarrow$ 4)]-O-(2-O-正十二烷酰基)- α -L-吡喃鼠李糖基-(1 $\rightarrow$ 4)-O- α -L-吡喃鼠李糖基-(1 $\rightarrow$ 2)- β -D-吡喃木糖苷(41)、(11S)-牵牛脂酸-11-O- α -L-吡喃鼠李糖基-(1 $\rightarrow$ 3)-O-[4-O-(2S)-2-甲基-丁酰基- α -L-吡喃鼠李糖基-(1 $\rightarrow$ 4)]-O-(2-O-正十二烷酰基)- α -L-吡喃鼠李糖基-(1 $\rightarrow$ 4)-O- α -L-吡喃鼠李糖基-(1 $\rightarrow$ 3)- β -D-吡喃木葡萄糖苷(42)、(11S)-牵牛脂酸-11-O- α -L-吡喃鼠李糖基-(1 $\rightarrow$ 3)-O-[3-O-肉桂酰基-4-O-(2S)-2-甲基-丁酰基- α -L-吡喃鼠李糖基-(1 $\rightarrow$ 4)]-O-(2-O-正十二烷酰基)- α -L-吡喃鼠李糖基-(1 $\rightarrow$ 4)-O- α -L-吡喃鼠李糖基-(1 $\rightarrow$ 3)- β -D-吡喃岩藻糖苷(43)^[16]。树脂糖苷类化合物结构见图1。

1.2 萜类

萜类由 n ($n \geq 2$) 个异戊二烯单元构成,具有多种生物活性^[17],目前,从厚藤中分离出1个单环二萜、1个链状二萜及7个五环三萜类。二萜类包括单环二萜 β -大马酮(β -damascenone, 44)、链状二萜 E -叶绿醇(E -phytol, 45)^[18];五环三萜类包括羽扇豆烷型: 算盘子酮(glochidone, 46)、白桦脂酸(betulinic acid, 47)^[19]; 齐墩果烷型: α -香树素乙酸酯(α -amyrin acetate, 48)、 β -香树素乙酸酯(β -amyrin acetate, 49)、 α -香树脂醇(α -amyrina, 50)^[19]、 β -香树脂醇(β -amyrina, 51)^[19-20]、 β -香树素(β -amyrin, 52)^[20], 萜类化合物结构见图2。

1.3 黄酮类

黄酮类化合物广泛分布于多种植物中,是具有广泛活性、研究较为深入的一类重要化合物。目前,从厚藤中分离出11个黄酮醇、4个普通黄酮类物质。厚藤中的黄酮醇类有异槲皮苷(isoquercitrin, 53)^[19]、槲皮素(quercetin, 54)^[19,21]、山柰酚(kaempferol, 55)、杨梅黄酮(myricetin, 56)、山柰苷(kaempferitrin, 57)、栎皮苷(quercetrin, 58)、槲皮素-7-O- β -D-葡萄糖苷(quercetrin-7-O- β -D-glucoside, 59)^[21]、5,7-二羟基-4'-甲氧基黄酮醇(5,7-dihydroxyl-4'-methoxyl flavonol, 60)、7,3',4'-三羟基-5-甲氧基黄酮醇(7,3',4'-trihydroxyl-5-methoxyl flavonol, 61)^[22]、3-羟基-5,7,4'-三甲氧基黄酮(3-hydroxyl-5,7,4'-trimethoxy flavone, 62)、3,7-二羟基-5,4'-二甲氧基黄酮(3,7-dihydroxy-5,4'-dimethoxy



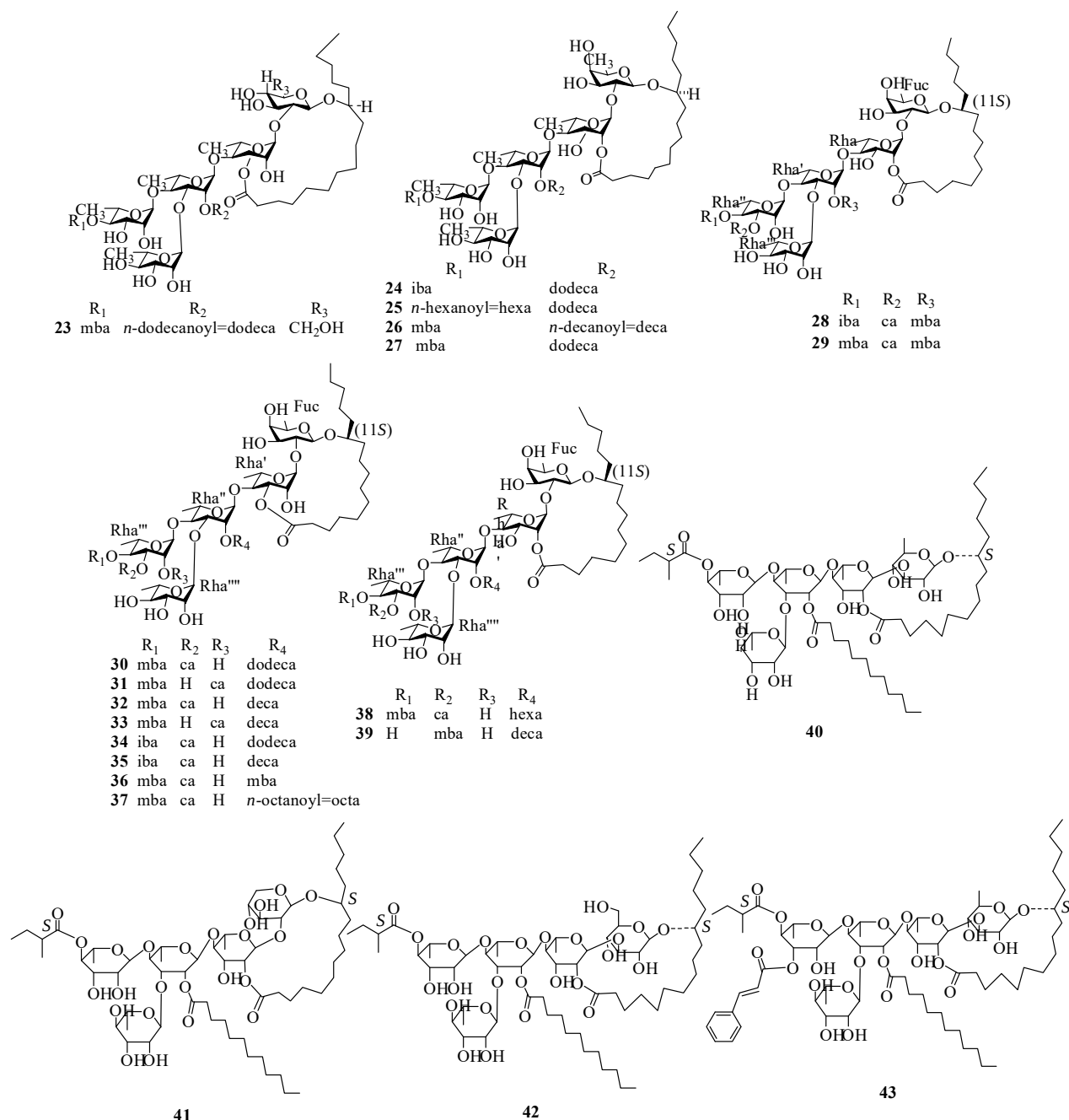


图 1 厚藤中分离得到的树脂糖苷类成分

Fig. 1 Resin glycosides isolated from *I. pes-caprae*

flavone, **63**)^[14]; 黄酮类有 3,7,4'-三羟基-5-甲氧基黄酮 (3,7,4'-trihydroxy-methoxy flavone, **64**)^[14]、5,7-二羟基-4'-甲氧基黄酮 (5,7-dihydroxyl-4'-methoxyl flavone, **65**)、4'-羟基-3,5,7-三甲氧基黄酮 (4'-hydroxyl-3,5,7-trimethoxyl flavone) (**66**)^[22]、柚皮素 (naringenin) (**67**)^[9], 黄酮类化合物结构见图 3。

1.4 酚酸类及有机酸类

目前, 从厚藤中分离得到简单香豆素、芳酸、芳酸酯、苯丙烯及金鸡纳酸酯等 26 个酚酸类化

物。厚藤中的简单香豆素类有香豆素 (coumarin, **68**)^[9]、异苈蓉亭 (isoscopoletin, **69**)、七叶内酯 (esculetin, **70**)^[20]; 芳酸类有阿魏酸 (ferulic acid, **71**)、咖啡酸 (caffeic acid, **72**)^[22]、丁香酸 (syringic acid, **73**)^[9]、水杨酸 (salicylic acid, **74**)^[19,23]; 芳酸酯类有没食子酸 (gallic acid, **75**)^[9]、(+)-pinoresinol-4''-O-glucoside (**76**)、咖啡酸甲酯 (methyl caffeate, **77**)、咖啡酸乙酯 (ethyl caffeate, **78**)、十六碳酸甲酯 (hexadecanoic acid methyl ester,

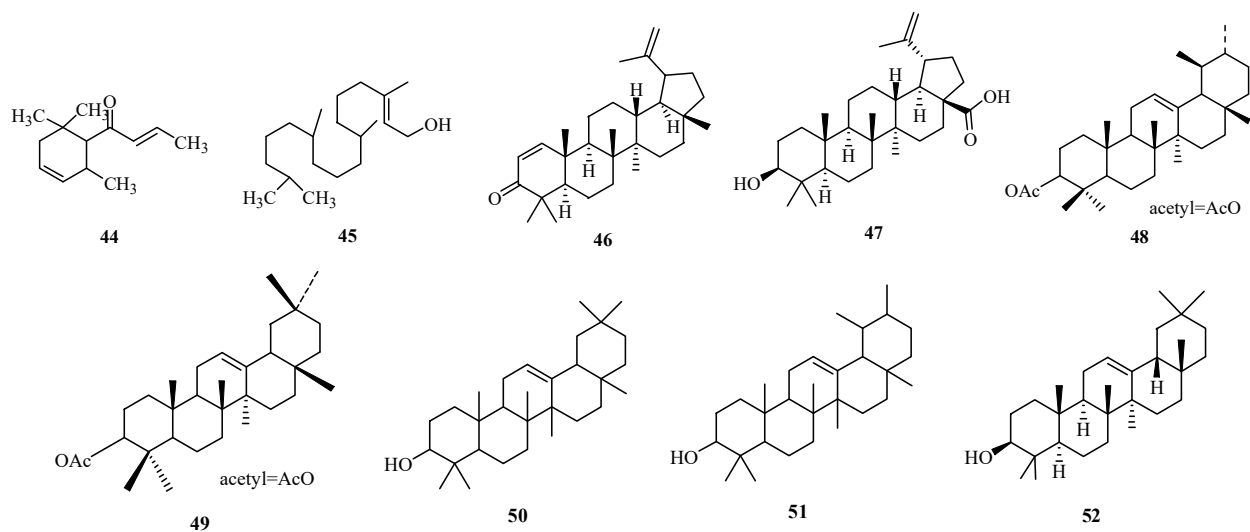


图 2 厚藤中分离得到的萜类成分

Fig. 2 Terpenes isolated from *I. pes-caprae*

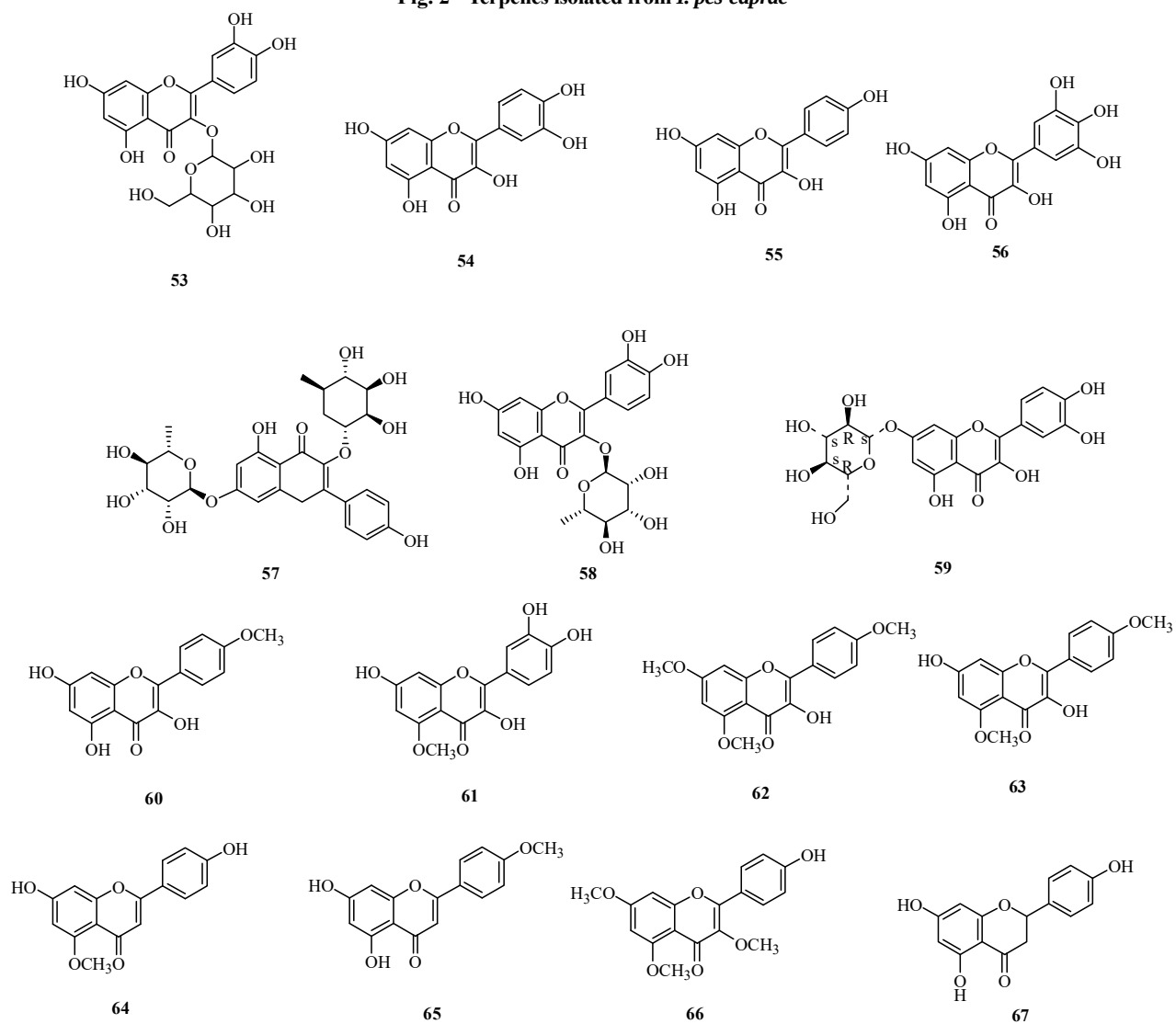


图 3 厚藤中分离得到的黄酮类成分

Fig. 3 Flavonoids isolated from *I. pes-caprae*

79)^[13]、尼泊金甲酯 (nipagin ester, **80**)^[22]、蜂蜜曲菌素 [(-)-mellein, **81**]^[23]；苯丙烯类有 2-hydroxy-4,4,7-trimethyl-1(4*H*)-naphthalenone (**82**)、丁香酚 (eugenol, **83**)、4-乙烯基愈创木酚 (4-vinylguaiacol, **84**)^[23]。此外, 还从厚藤中分离出金鸡纳酸酯类 (**85**~**93**): 3,5-二-*O*-咖啡酰-4-*O*-香豆酰奎尼酸、4,5-二-*O*-咖啡酰-1,3-二-*O*-香豆酰奎尼酸、4,5-二咖啡酰奎尼酸甲酯、4,5-二咖啡酰奎尼酸、3,4-

二咖啡酰奎尼酸甲酯、3,4-二咖啡酰奎尼酸、3,5-二咖啡酰奎尼酸甲酯、3,5-二咖啡酰奎尼酸^[24]、绿原酸^[9]。厚藤还富含有机酸 (**94**~**104**), 包括苹果酸 (malic acid)、柠檬酸 (citric acid)、酒石酸 (tartaric acid)、富马酸 (fumaric acid)、琥珀酸 (succinic acid)、马来酸 (maleic)^[25]、山嵛酸 (behenic acid)、蜂花酸 (melissic acid)、丁酸 (butyrate)、肉豆蔻酸 (myristic acid)、草酸 (oxalic acid)^[26]。以上化合物结构见图4。

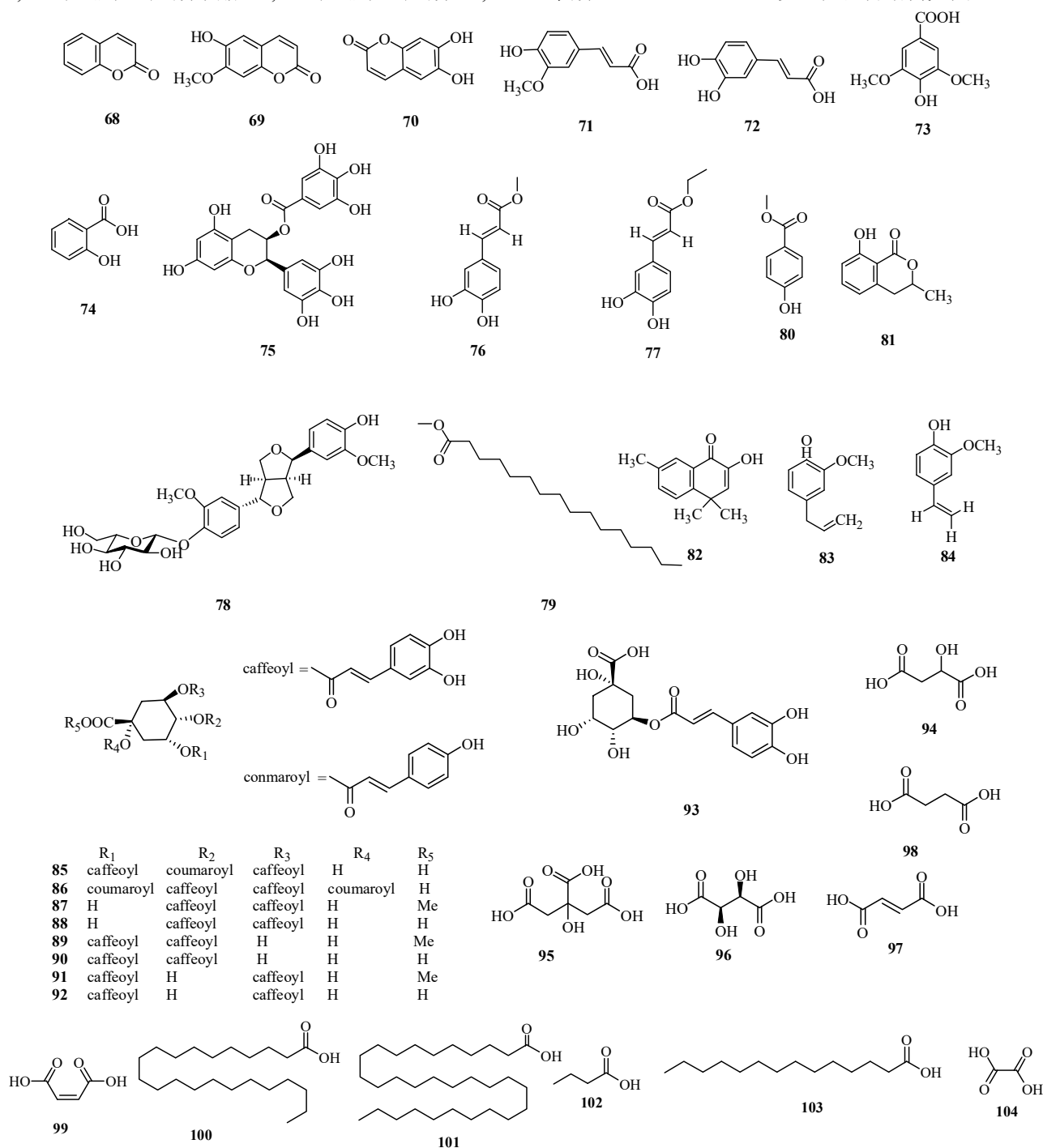


图 4 厚藤中分离得到的酚酸类及有机酸类成分

Fig. 4 Organic acids and phenolic acids isolated from *I. pes-caprae*

1.5 挥发性成分

厚藤叶中的挥发性成分经 GC-MS 分析, 其中含量较高的成分为 *L*-(+)-抗坏血酸 [*L*-(+)-ascorbic acid, **105**, 6.775%]、1,2-环己烷二羧酸 (1,2-cyclohexanedicarboxylic acid, **106**, 15.815%)、4-nitrophenyl laurate (**107**, 35.338%)、叶绿醇 (phytol, **108**, 3.269%)^[27]、甾醇 (stigmaterol, **109**, 5.380%) 等^[20,27]。以上化合物结构见图 5。

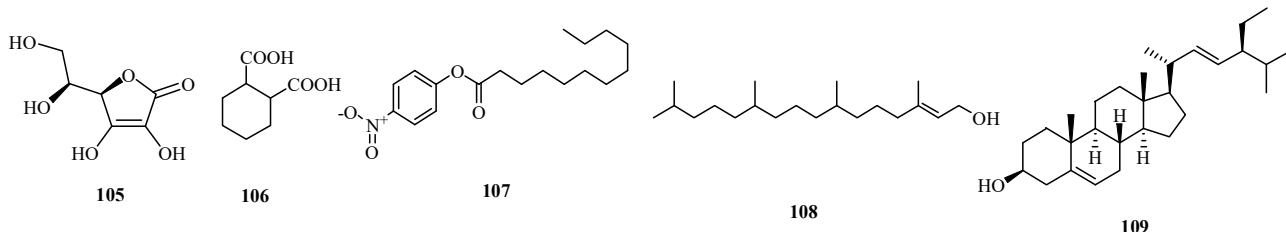


图 5 厚藤中分离得到的挥发性成分

Fig. 5 Volatile constituents isolated from *I. pes-caprae*

1.6 甾体类及其他化合物

厚藤中还含有甾体类及其他成分: α -菠甾醇 (**110**)、 β -谷甾醇 (β -sitosterol, **111**)、12-乌苏烯-3-醇 (12-ursen-3-ol, **112**)^[20]、胡萝卜苷 (**113**)^[21]。还含有 2-羟基-4,6-二甲氧基苯乙酮 (**114**)、2,4-二羟基-6-甲氧基苯乙酮 (**115**)^[19]、十九烷酸 (**116**)^[22]、鞣质 (**117**)^[28]、ergoline 型生物碱^[29]、吲哚生物碱^[30]等化合物。以上化合物结构见图 6。

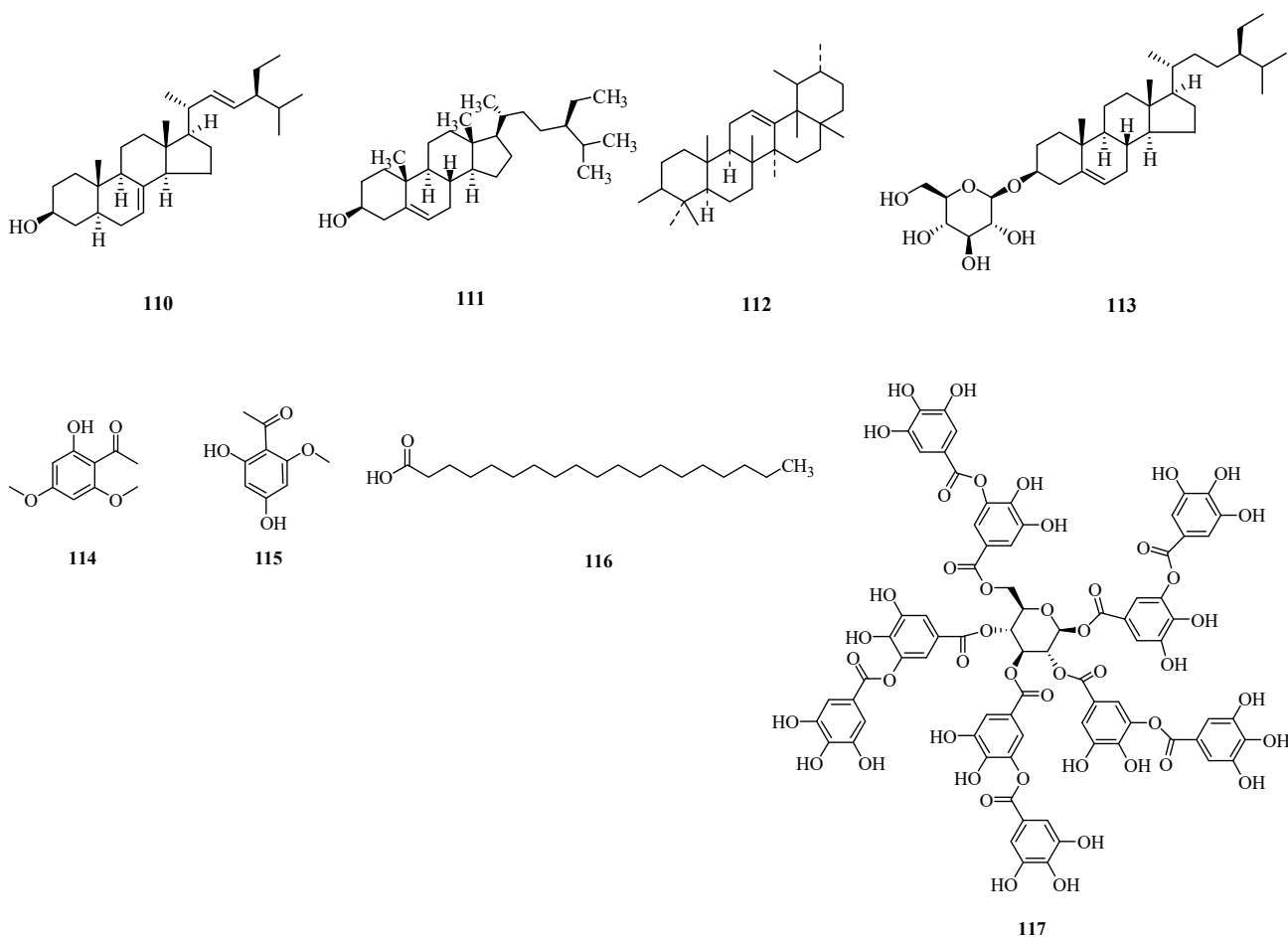


图 6 厚藤中分离得到的甾体类及其他化合物

Fig. 6 Steroids and other compounds isolated from *I. pes-caprae*

2 药理作用

2.1 抗肿瘤

1991年以来,厚藤中新的树脂糖苷类化合物陆续被分离鉴定并用于药效筛选,但单一树脂糖苷成分对癌细胞基本无效。如 pescaproside A、pescaprein I~IV 及 stoloniferin III (1, 4~8) 6个亲脂性树脂糖苷化合物对人类鼻咽癌、结肠癌、鳞状细胞宫颈癌、卵巢癌细胞均表现出弱的细胞毒性^[4]。Pescaprein X~XVIII (14~22) 8种新化合物对慢性髓性白血病 K562 细胞、小鼠白血病 P388 细胞、人白血病 HL-60 细胞、人肝癌 BEL-7402 细胞均无抗癌活性^[13]。Pescaprein II~III、pescaprein XVIII~XX、stoloniferin III、stoloniferin IX、stoloniferin X、murucoidin VI (6~8, 22~27) 9个化合物对结肠癌、乳腺癌、子宫颈癌细胞的抑制活性也较弱^[13]。但是, pescaprein XXI~XXX (30~39) 10个脂溶性树脂糖苷与阿霉素联合应用时,对乳腺癌细胞株 MCF-7/ADR 抑制率增长至 1.5~3.7 倍,具有一定的抗癌效果^[15]。厚藤的甲醇及水提取物对黑色素瘤 B16F10 有显著抑制作用,当给予小鼠厚藤提取物 25~50 mg/kg 并联合化疗药、放疗手段时,肿瘤细胞凋亡及发育不良数量升高、肿瘤内血管长度及肿瘤体积显著减小,推测其活性与厚藤中的挥发油成分、黄酮类、萜类、鞣质、生物碱及高度选择性抑制黑色素瘤的白桦脂酸 (47) 等化学成分密切相关,厚藤有望被开发为降低癌细胞耐药性、天然低毒的植物化疗药^[31]。

2.2 抗菌

从厚藤根中分离得到的 pescaprein X~XVIII (14~21) 8个化合物对金黄色葡萄球菌、埃希氏大肠杆菌、产气肠杆菌、芽孢枯草菌均未表现出抗菌效果^[13]。从厚藤中分离得到的 pescaprein IX、pescaprein X、pescaprein XIX、pescaprein XX (13、14、24、25) 4个树脂糖苷类化合物对耐甲氧西林金黄色葡萄球菌的最小抑菌浓度 (MIC) 均在 256 $\mu\text{g/mL}$ 左右,具有较强抗菌活性,推测厚藤富含降低细菌耐药性的细菌外排泵抑制剂^[13]。厚藤的甲醇提取物则对大肠杆菌、伤寒沙门氏菌、副溶血性弧菌、奇异变形杆菌均有显著抑制作用^[27]。厚藤具有一定的抗菌效果,证实了厚藤治疗伤口感染的传统药用用途。

2.3 抗炎、镇痛

从厚藤中分离得到的 β -大马酮 (44)、*E*-phytol

(45) 具有很强的解痉效果,在豚鼠离体小肠平滑肌收缩实验中,给药质量浓度为 31 $\mu\text{g/mL}$ 时, β -大马酮、*E*-phytol 的解痉效果接近解痉药罂粟碱,推测厚藤可能通过干扰血管平滑肌细胞收缩起到抗炎作用^[18]。从厚藤叶中分离出的丁香酚、4-乙炔基愈创木酚 (83、84) 等苯丙素类成分可显著抑制前列腺素合成,且效果等同于阿司匹林;厚藤的抗炎机制可能与抑制白细胞趋化性、防止白细胞产生氧自由基相关^[23]。厚藤叶蒸馏物石油醚部位可显著抑制角叉菜胶致小鼠足跖肿胀、耳肿胀及炎症因子前列腺素合成,推测其抗炎机制可能与抑制前列腺素合成从而减少炎症反应有关^[32]。通过 SD 大鼠角叉菜胶致足肿胀、小鼠醋酸扭体实验、棉球肉芽肿实验及角叉菜胶致胸膜炎实验,发现厚藤对炎症早期的渗出和水肿、中期的白细胞游走及晚期的纤维组织增生也均有抑制作用,清除氧自由基、减少炎症反应损伤可能是厚藤的重要抗炎机制之一^[33]。

此外,厚藤具有较好的镇痛效果,家族性偏头痛与神经元的 5-羟色胺 (5-HT) 释放量密切相关, Rogers 等^[5]研究发现,给予人血浆一定浓度的厚藤甲醇提取物,5-HT 的释放量可减少 81%,作为在澳大利亚治疗偏头痛传统药物的厚藤可能通过抑制 5-HT 释放这一作用机制治疗偏头痛。在乙酸致小鼠腹部炎症收缩实验中,当给药剂量为 10 mg/kg 时,厚藤中的算盘子酮、白桦脂酸 (46、47) 对小鼠腹部收缩抑制率远高于解热镇痛药阿司匹林^[19]。

2.4 抗胶原酶活性

从厚藤中分离出的 3,5-二-*O*-咖啡酰-4-*O*-香豆酰奎尼酸、4,5-二-*O*-咖啡酰-1,3-二-*O*-香豆酰奎尼酸、4,5-二咖啡酰奎尼酸甲酯、4,5-二咖啡酰奎尼酸、3,4-二咖啡酰奎尼酸甲酯、3,4-二咖啡酰奎尼酸、3,5-二咖啡酰奎尼酸甲酯、3,5-二咖啡酰奎尼酸 (85~92) 8个金鸡纳酸,在胶原酶抑制活性实验中, IC_{50} 均在 5.8~37.2 $\mu\text{g/mL}$, 具有显著的胶原酶抑制活性,厚藤可能对人体胚胎发育、伤口愈合、防止皮肤老化及抑制肿瘤发生等多种重要生理过程起重要作用^[24]。

2.5 抗氧化

经 DPPH 法、FRAP 法检测,厚藤的抗氧化活性极强,推测可能与厚藤含有绿原酸、没食子酸、槲皮素及其他酚类物质有关^[9]。不同提取方式会影响厚藤的抗氧化活性,采用加速溶剂萃取技术提取方式提取厚藤叶,应用 DPPH 法检测,不同提取物的抗氧化能力顺序依次为醋酸乙酯提取物>乙醇提

取物>甲醇提取物>石油醚提取物^[34]；采用冷浸振荡法提取厚藤叶，经磷钼络合物法、铁氰化钾还原法、DPPH 法、脱氧核糖法、过氧化氢自由基清除法、ABTS 法测定，不同提取物的抗氧化能力由强到弱依次为甲醇提取物>醋酸乙酯提取物>二氯甲烷提取物>正己烷提取物^[35]。

2.6 免疫调节

厚藤具有较强的免疫调节作用，是一种治疗免疫调节缺陷类疾病的潜在植物药。在厚藤对牛血清白蛋白变性影响实验中，给予厚藤叶、茎乙醇提取物 2.0 mg/mL，厚藤对蛋白质变性抑制率达到 82.94%和 55.47%，表明厚藤叶有较强的抗风湿活性，证实了厚藤对类风湿性关节炎疾病的传统治疗作用^[28]。在厚藤对 T 细胞的增殖影响实验中，单独或联合植物血凝素给予厚藤提取物时，T 细胞的增殖率高达 90.6%~162.4%^[36]。此外，厚藤还有治疗疲劳、淋巴结结核、高血压^[3]、疝气、排尿障碍、淋病^[7]等疾病及降血糖^[37]、驱虫^[38]等多种作用。

3 毒性研究

采用溶血实验检测提取物的细胞毒性，在低浓度下厚藤提取物无溶血性^[8]。采用小鼠急性皮肤毒性实验测试厚藤的皮肤毒性，结果显示小鼠的体质量无显著变化，也无毒性反应及死亡现象，厚藤在用于治疗皮肤炎症等外伤时无皮肤毒性^[39]。

4 结语与展望

厚藤耐盐碱、耐干旱贫瘠，适应能力强，繁殖速度快，资源丰富，是多个国家的民间传统常用草药。现代研究表明，该植物主要含有树脂糖苷、萜类、黄酮类、酚酸类、有机酸、挥发性成分、甾体类等化合物，具有抗肿瘤、抗菌、抗炎镇痛、抗胶原酶、抗氧化、免疫调节等生物活性，具有潜在的开发价值，同时，厚藤富含植物蛋白、纤维素、碳水化合物等多种营养物质，可能含有安全、低毒、有效预防退化性疾病的天然抗氧化剂，可开发成天然的食品抗氧化添加剂或抗衰老保健品，在食品、保健品及药品等行业的添加剂领域具有很大的应用前景^[9]。早在 1938 年已有美国学者 Cwalina 等^[26]报道从厚藤中发现了苹果酸等有机酸类化合物，但截至目前，仅有 35 篇文献报道了其化学成分及药理活性研究，且药理活性研究多停留在验证传统功效层面，现代临床应用相关的研究甚少，仅有 4 篇论文就厚藤的抗炎镇痛作用机制做出推测，未见对其作用机制全面深入的研究报道，也未见对这一海洋

中药进行质量控制研究的报道。因此，亟待系统研究厚藤的化学成分及生物活性，结合其功效及临床应用，进一步阐明其药效物质基础及作用机制，为该海洋中药的质量控制、临床应用及产品开发提供重要的科学依据。

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 64 卷) [M]. 北京: 科学出版社, 1979.
- [2] 欧阳蒲月, 刘楠, 张伟伟, 等. 海滩植物厚藤 (*Ipomoea pes-caprae*) 的生物学及生理生态特性 [J]. 湖南科技大学学报: 自然科学版, 2011, 26(4): 117-121.
- [3] 管华, 王曙光. 中华海洋本草 [M]. 上海: 上海科技出版社, 2009.
- [4] Ereda-Miranda R, Edgar Escalantesánchez E, Escobedo-Martínez C. Characterization of lipophilic pentasaccharides from beach morning glory (*Ipomoea pes-caprae*) [J]. *J Nat Prod*, 2005, 68(2): 226-230.
- [5] Rogers K L, Grice I D, Griffiths L R. Inhibition of platelet aggregation and 5-HT release by extracts of Australian plants used traditionally as headache treatments [J]. *Eur J Pharm Sci*, 2000, 9(4): 355-363.
- [6] Escobedo-Martínez C, Pereda-Miranda R. Resin glycosides from *Ipomoea pes-caprae* [J]. *J Nat Prod*, 2007, 70(6): 974-978.
- [7] Pongprayoon U, Bohlin L, Baekström P, et al. Inhibition of ethyl phenylpropiolate-induced rat ear oedema by compounds isolated from *Ipomoea pes-caprae* (L.) R. Br [J]. *Phytother Res*, 1992, 6(2): 104-107.
- [8] De Souza M M, Madeira A, Berti C, et al. Antinociceptive properties of the methanolic extract obtained from *Ipomoea pes-caprae* (L.) R. Br [J]. *J Ethnopharmacol*, 2000, 69(1): 85-90.
- [9] Qasim M, Abideen Z, Adnan M Y, et al. Antioxidant properties, phenolic composition, bioactive compounds and nutritive value of medicinal halophytes commonly used as herbal teas [J]. *South African J Bot*, 2016, 110: 240-250.
- [10] 卢寿福, 郭忠武, 欧阳琴琴, 等. 一类新型大环内酯—树脂糖苷的研究进展 [J]. 有机化学, 1997, 17(6): 488-497.
- [11] Srivastava R, Sachdev K, Madhusudanan K P, et al. Structure of pescaproside E, a fatty acid glycoside from *Ipomoea pes-caprae* [J]. *Carbohydr Res*, 1991, 212: 169-176.
- [12] Escobedo-Martínez C, Cruz-Morales S, Fragoso-Serrano M, et al. Characterization of a xylose containing oligosaccharide, an inhibitor of multidrug resistance in *Staphylococcus aureus*, from *Ipomoea pes-caprae* [J]. *Phytochemistry*, 2010, 71(14/15): 1796-1801.
- [13] 陶洪文. 厚藤、泽漆和肉豆蔻三种药用植物及厚藤共生

- 真菌的活性次生代谢产物研究 [D]. 青岛: 中国海洋大学, 2009.
- [14] 葛玉聪, 罗建光, 吴燕红, 等. 厚藤化学成分研究 [J]. 中药材, 2016, 39(10): 2251-2255.
- [15] Yu B W, Luo J G, Wang J S, *et al.* Pentasaccharide resin glycosides from *Ipomoea pes-caprae* [J]. *J Nat Prod*, 2011, 74(4): 620-628.
- [16] 谢福林. 马鞍藤脂溶性成分分离与结构鉴定 [D]. 福州: 福建农林大学, 2009.
- [17] 吴立军, 娄红祥, 周 晶, 等. 天然药物化学 [M]. 北京: 人民卫生出版社, 2011.
- [18] Pongprayoon U, Baeckstrom P, Jacobsson U, *et al.* Antispasmodic activity of beta-damascenone and E-phytol isolated from *Ipomoea pes-caprae* [J]. *Planta Med*, 1992, 58(1): 19-21.
- [19] Krogh R, Kroth R, Berti C, *et al.* Isolation and identification of compounds with antinociceptive action from *Ipomoea pes-caprae* (L.) R. Br. [J]. *Pharmazie* Die, 1999, 54(6): 464-466.
- [20] 王清吉, 王友绍, 何 磊, 等. 厚藤 *Ipomoea pes-caprae* (L.) Sweet 的化学成分研究 (I) [J]. 中国海洋药物杂志, 2006, 25(3): 15-17.
- [21] 王清吉, 娄治平, 王友绍, 等. 厚藤化学成分研究 III [J]. 中国药学杂志, 2008, 43(1): 20-22.
- [22] 王清吉, 王友绍, 何 磊, 等. 厚藤 (*Ipomoea pes-caprae* (L.) Sweet) 化学成分研究 II [J]. 中国海洋药物, 2010, 29(1): 41-44.
- [23] Pongprayoon U, Baeckström P, Jacobsson U, *et al.* Compounds inhibiting prostaglandin synthesis isolated from *Ipomoea pes-caprae* [J]. *Planta Med*, 1992, 57(6): 515-518.
- [24] Teramachi F, Koyano T, Kowithayakorn T, *et al.* Collagenase inhibitory quinic acid esters from *Ipomoea pes-caprae* [J]. *J Nat Prod*, 2005, 68(5): 794-796.
- [25] Dawalkar M P, Joshi G V. Studies in organic acid metabolism in *Ipomoea pes-caprae* [J]. *J Biol Sci (Bombay)*, 1960, 3(2): 86-91.
- [26] Cwalina C E, Jenkins G, Jenkins L. A phytochemical study of *Ipomoea pes-caprae* [J]. *J Am Pharm Assoc*, 1938, 27(7): 585-595.
- [27] Kumar A, Paul S, Kumari P, *et al.* Antibacterial and phytochemical assessment on various extracts of *Ipomoea Pes-caprae* (L.) R. Br through FTIR and GC-MS spectroscopic analysis [J]. *Asian J Pharm Clin Res*, 2014, 7(3): 134-138.
- [28] Venkataraman D, Atlee W C, Prabhu T P, *et al.* Evaluation of nitro anti-arthritis potential of aerial parts of *Ipomoea pes-caprae* (L.) R. brand establishment of its mechanism of action [J]. *Res J Pharm Biol Chem Sci*, 2013, 4(2): 1560-1565.
- [29] Arnor-Prats D, Harborne J B. New sources of ergoline alkaloids within the genus *Ipomoea* [J]. *Biochem System Ecol*, 1993, 21(4): 455-461.
- [30] Jirawongsa V, Pharadai T, Tantivatana P. The distribution of indole alkaloids in certain genera of convolvulaceae of growing in Thailand [J]. *J Nat Res Counc Thai*, 1977, 9(1): 17-24.
- [31] Manigauha A, Kharya M D, Ganesh N. *In vivo* antitumor potential of *Ipomoea pes-caprae* on melanoma cancer [J]. *Pharmacog Magazine*, 2015, 11(42): 426-433.
- [32] Pongprayoon U, Bohlin L, Soonthornsaratune P, *et al.* Antiinflammatory activity of *Ipomoea pes-caprae* (L.) R. Br. [J]. *Phytother Res*, 1991, 5(2): 63-66.
- [33] 冀 宾, 石刚刚, 陈一村, 等. 马鞍藤正丁醇提取物的抗炎镇痛作用的研究 [J]. 汕头大学医学院学报, 2008, 21(4): 201-204.
- [34] 刘平怀, 陈德力, 汪春牛, 等. 海滩植物厚藤 (*Ipomoea pes-caprae*) 抗氧化活性研究 [J]. 精细化工, 2010, 27(9): 866-869.
- [35] Kumar A, Paul S, Kumari P, *et al.* Antioxidant and free radical scavenging activities of *Ipomoea pes-caprae* (L.) R. Br. extracts [J]. *Int J Curr Pharm Rev Res*, 2015, 5(4): 91-109.
- [36] Philippi M E, Duarte B M, Da S C, *et al.* Immunostimulatory activity of *Calophyllum brasiliense*, *Ipomoea pes-caprae* and *Matayba elaeagnoides* demonstrated by human peripheral blood mononuclear cells proliferation [J]. *Acta Poloniae Pharm*, 2010, 67(1): 69-73.
- [37] Manigaunha A, Ganesh N, Kharya M D. Morning glory: A new thirst in-search of de-novo therapeutic approach [J]. *Int J Phytomed*, 2011, 2(1): 18-21.
- [38] 董存柱, 吴清照, 徐汉虹, 等. 海南40种植物甲醇提取物对家蝇的活性筛选 [J]. 江西农业大学学报, 2011, 33(3): 476-481.
- [39] Venkataraman N D, Atlee W C, Muralidharan P, *et al.* Assessment of acute derma-l toxicity of ethanolic extracts from aerial parts of *Ipomoea pes-caprae* (L.) R. Br. on wistar albino rats [J]. *Res J Pharm Biol Chem Sci*, 2013, 4(3): 769-776.