

Research Progress in the Main Active Ingredients and Pharmacological Effects of *Melicope Pteleifolia*

Huang Liping^{*} Lu Ronghua Luo Qing Lin Sanqing Xia Jingmin
Zhou Zhongliu

Chemistry Science and Technology School, Lingnan Normal University, Zhanjiang

Abstract: The properties of *Melicope pteleifolia*(*M. pteleifolia*) are defined as bitter-cold nature, and it is a widely used in traditional Chinese medicine in China. The pharmacological effects of *M. pteleifolia* comprised of anti-inflammatory, antipyretic, antibacterial and anti-viral. Through philological research, the main active ingredients are of *M. pteleifolia* are volatile oils, alkaloids, flavonoids, chromene and coumarins. This article summarizes the main active components and pharmacological effects in recent ten years, which can provide reference to the further research of *M. pteleifolia*.

Key words: *Melicope pteleifolia*; Volatile oils; Alkaloids; Chromene; Flavonoids

Received: 2019-11-25 ; Accepted: 2019-12-06 ; Published: 2020-01-04

三叉苦主要活性成分及药理作用研究进展

黄丽平* 卢荣华 罗 青 林三清 夏敬民 周中流

岭南师范学院化学化工学院, 湛江

邮箱: xiaoyinlanlp@126.com

摘 要: 三叉苦为我国应用较广的中药, 其性寒味苦, 具有抗炎、镇痛、抗菌、抗病毒等药理作用。通过研究文献可知三叉苦主要化学成分为挥发油、生物碱、黄酮类、苯骈吡喃类和香豆精等。本文总结了近十年来三叉苦的主要有效成分及其药理作用的研究进展, 为三叉苦的进一步开发利用提供依据。

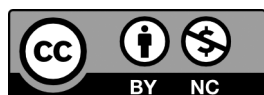
关键词: 三叉苦; 挥发油; 生物碱; 色烯; 黄酮类

收稿日期: 2019-11-25; 录用日期: 2019-12-06; 发表日期: 2020-01-04

Copyright © 2019 by author(s) and SciScan Publishing Limited

This article is licensed under a [Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International License](https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/).

<https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/>



三叉苦 *Melicope pteleifolia* (Champion exBentham) T.G.Hartley 为芸香科 (Rutaceae) 蜜茱萸属 *Melicope* J.R.et G.Forst. 植物, 又名三桠苦、三丫苦、三叉虎、

斑鸠花等，主要分布于我国海南、广东、广西、台湾、福建、云南等省，具有清热解毒、祛风除湿、消肿止痛、燥湿止痒、祛痰止咳等功效 [1]。国内外学者利用色谱、柱层析等多种方法对三叉苦植物进行化学成分研究，得到挥发油、生物碱、黄酮类和苯并吡喃类等化学成分。本文就三叉苦中的化学成分及其药理作用进行综述，以期在三叉苦的进一步开发利用提供参考。

1 化学成分

1.1 挥发油

目前对三叉苦挥发油的研究主要是对其茎部和叶中挥发油的研究，不同部位的挥发油种类和含量具有一定的差异。茎中挥发油含量较多的成分有 4 个 [2]。叶中的挥发油主要成分有 6 个，详情见表 1。不同产地的三叉苦挥发油也具有较大差异，可能与挥发油本身的不稳定性特征有关 [3] [4]。

表 1 三叉苦茎和叶中挥发油成分

Table 1 Components of volatile oil in *Melicope pteleifolia* stems and leaves

No.	化合物名称	分子式	植物部位	参考文献
1	Hexadecanoic Acid	$C_{16}H_{32}O_2$	茎, 叶	[2] [3] [4]
2	Elta-cadinene	$C_{15}H_{24}$	茎	[2]
3	Octadecyl Ester	$C_{36}H_{70}O_2$	茎	[2]
4	Neophytadiene	$C_{20}H_{38}$	茎	[2]
5	Di-n-butyl Phthalate	$C_{16}H_{22}O_4$	叶	[3] [4]
6	Phytol	$C_{20}H_{40}O$	叶	[3] [4]
7	Dibutyl Phthalate	$C_{16}H_{22}O_4$	叶	[3] [4]
8	Hexahydropseudoionone	$C_{13}H_{26}O$	叶	[3] [4]
9	Phthalic Acid	$C_8H_6O_4$	叶	[3] [4]
10	Diundecyl Phthalate	$C_{30}H_{50}O_4$	叶	[3] [4]

1.2 生物碱

生物碱在密茱萸属植物中分布比较广泛，三叉苦中主要有吴茱萸春 (Evolitrine)、香草木宁 (Okusaginine)、白鲜碱 (Dictamnine)、日立宁 (Riline)、安杜里宁碱 (Andurin Base)、Isoevdinonl、Findersoamine、Ehaplopine、茵芋碱 (Skimmianine) 等 27 个生物碱，详情见表 2。其中 Evolitrine 遍布于所有的三叉

苦植物。云南景谷和金平产三叉苦中 Evolitrine 的量较高 [5] [6] [7]。从三叉苦茎中分离得到的 4-甲基喹啉酮, 其含量相对较高, 具有一定的抗肿瘤活性。其他生物碱在不同地区、不同季节的三叉苦中可能存在较大差异 [8]。

表 2 三叉苦中的生物碱成分

Table 2 Alkaloids in *Melicope pteleifolia*

No.	化合物名称	分子式	植物部位	参考文献
1	Evolitrine	$C_{13}H_{11}NO_3$	茎, 根	[7]
2	Kokusaginine	$C_{14}H_{13}NO_4$	茎, 根	[7]
3	Dictamnine	$C_{12}H_9NO_2$	茎, 根	[7]
4	Ribalinine	$C_{15}H_{16}NO_3$	茎, 根	[7]
5	Andurin Base	$C_{13}H_{11}NO_3$	茎, 根	[7]
6	Isoevdinonl	$C_{13}H_{11}NO_3$	茎, 根	[7]
7	Findersoamine	$C_{14}H_{14}NO_4$	茎, 根	[7]
8	Ehaplopine	$C_{14}H_{13}NO_4$	茎, 根	[7] [17]
9	Skimmianine	$C_{14}H_{15}NO_4$	茎, 根	[7]
10	Sarpagine	$C_{19}H_{22}N_2O_2$	叶	[5] [6]
11	Yohimbine	$C_{21}H_{26}N_2O_3$	叶	[5] [6]
12	Ajmaline	$C_{20}H_{26}N_2O_2$	叶	[5] [6]
13	Ajmalicine	$C_{21}H_{24}N_2O_3$	叶	[5] [6]
14	Reserpine	$C_{33}H_{40}N_2O_9$	叶	[5] [6]
15	Citrulline	$C_6H_{13}N_3O_3$	根	[5] [6]
16	2, 6-dimethyl formanilide	$C_9H_{11}NO$	根	[5] [6]
17	3-isopropyl-1, 5, 7-trimethyl-3H-pyrazolo- [3, 4-b] Pyridine	$C_{12}H_{17}N_3$	根	[5] [6]
18	3, 3-dimethyl-1, 4-diphenylazetidin-2-imine	$C_{17}H_{18}N_2$	根	[5] [6]
19	3-hexadecyloxy carbonyl-5-(2-hydroxyethyl)-4-methylimidazolium ion	$C_{24}H_{45}N_2O_3$	根	[5] [6]
20	Aspidofractinine-3-methanol	$C_{20}H_{26}N_2O$	根	[5] [6]
21	3, 6-diethylidene-12-methyloctahydroindolo	$C_{20}H_{24}N_2$	根	[5] [6]
22	Diundecyl 1, 4-dihydro-2, 6-dimethyl-3, 5-Pyridinedicarboxylate	$C_{31}H_{55}NO_4$	根	[5] [6]
23	Sarpagan-16-carboxylic acid, 17-oxo-methyl ester	$C_{21}H_{22}N_2O_3$	根	[5] [6]
24	Vellosiminol	$C_{19}H_{22}N_2O$	根	[5] [6]
25	O-decylhydroxylamine	$C_{10}H_{23}NO$	根	[5] [6]
26	Oxayohimban-16-carboxylic acid	$C_{21}H_{24}N_2O_3$	根	[5] [6]
27	4-methylquinolinone	C_9H_7NO	茎	[5] [6]

1.3 黄酮类

三叉苦含有相当丰富的黄酮和其衍生物黄酮醇、异黄酮和各种黄酮苷类化合物,主要有 19 个 [9]。通过核磁共振 (Nuclear Magnetic Resonance, NMR)、质谱 (Mass Spectrum, MS) 等波谱学方法可分离鉴定出 6 个化合物,分别为 3, 7, 3' - 三甲氧基槲皮素、3- 异戊烯基伞形花内酯、7- 去甲基软木花椒素、 β - 谷甾醇、3, 7- 二甲氧基山柰酚和吴茱萸春 [10]。此外,利用多种色谱学方法也可以从三叉苦叶中分离和纯化出山柰酚、槲皮素、胡萝卜苷、异鼠李素、山柰酚-3-O- β -D- 葡萄糖吡喃糖苷、山柰酚-3-O- β -D- 葡萄糖吡喃糖醛酸苷、3, 5, 4' - 三羟基-8, 3' - 二甲氧基-7- 异戊烯氧基黄酮等化合物 [11], 详情见表 3。

表 3 三叉苦中黄酮类成分

Table 3 Flavonoids in *Melicope pteleifolia*

No.	化合物名称	分子式	植物部位	参考文献
1	Isorhamnetin	C ₁₆ H ₁₂ O ₇	叶	[9] [11]
2	Pteleifolosin C	C ₂₁ H ₂₀ O ₇	茎, 叶	[9]
3	Kaempferol-3-O- α -D-arabinopyranoside	C ₂₀ H ₁₈ O ₁₀	茎, 叶	[9]
4	Kaempferol-3-O- β -D-galacturonopyranoside	C ₂₁ H ₁₈ O ₁₂	茎, 叶	[9]
5	Daidzein	C ₁₅ H ₁₀ O ₄	叶	[3]
6	Oroxylin A	C ₁₆ H ₁₂ O ₅	叶	[3]
7	Wogonin	C ₁₆ H ₁₂ O ₅	叶	[3]
8	5, 7-dihydroxy-3, 4'-dimethoxyflavone	C ₁₇ H ₁₄ O ₆	叶	[3]
9	N-trans-coumaroyltyranine	C ₁₇ H ₁₇ NO ₃	叶	[3]
10	Pachypodol	C ₁₉ H ₁₈ O ₇	茎, 叶	[9]
11	7-demethylsuberosin	C ₁₄ H ₁₄ O ₃	茎	[10]
12	β -sitosterol	C ₂₉ H ₅₀ O	茎	[10]
13	3, 7-dimethoxy kaempferol	C ₁₇ H ₁₄ O ₆	茎	[10]
14	Kaempferol	C ₁₅ H ₁₀ O ₆	叶	[11]
15	Quercetin	C ₁₅ H ₁₀ O ₇	叶	[11]
16	Daucosterol	C ₃₅ H ₆₀ O ₆	叶	[11]
17	Kaempferol-3-O- β -D-glucopyranoside	C ₂₂ H ₂₂ O ₁₁	叶	[11]
18	Kaempferol-3-O- β -D-C-galacturonopyranoside	C ₂₁ H ₁₈ O ₁₂	叶	[11]
19	3, 5, 4'-trihydroxy-8, 3'-dimethoxy-7- (3-methylbut-2-enyloxy) flavone	C ₂₇ H ₃₀ O ₇	叶	[11]

1.4 苯骈吡喃类

利用柱层析对 95% 的乙醇三叉苦提取液进行洗脱，得到顺式-3, 4-二羟基-5, 7-二甲氧基-6-乙酰基-2, 2-二甲基苯酚、5-羟基-6-乙酰基-7-甲氧基-苯并二氢吡喃、甲基左旋地酚、茵芋碱 [12]。

利用红外 (Infrared Spectroscopy, IR) 和 NMR 可以从三叉苦叶中分离得到 24 个化合物，其中化合物 7-乙酰基-6-羟基-5, 8-二甲氧基-2, 2-二甲基-2*H*-1-苯并吡喃、6-乙酰基-8-羟基-5, 7-二甲基-2*H*-1-苯并吡喃为苯骈吡喃类化合物 [13]。

表 4 三叉苦中苯骈吡喃类成分

Table 4 Benzoopyranes in *Melicope pteleifolia*

No.	化合物名称	分子式	植物部位	参考文献
1	5-hydroxy-6-acetyl-7-methoxychromanone	C ₁₄ H ₁₆ O ₆	茎	[12]
2	Cis-3, 4-dihydroxy-5, 7-dimethoxy-6-acetyl-2, 2-dimethylchroman	C ₁₅ H ₂₀ O ₆	茎	[12]
3	Methylevodionol	C ₁₅ H ₁₈ O ₄	茎	[12]
4	Isoevodionol	C ₁₄ H ₁₆ O ₄	茎	[12]
5	Leptin C	C ₁₆ H ₂₀ O ₆	茎	[7] [12]
6	Leptin A	C ₁₄ H ₁₈ O ₆	茎	[7] [12]
7	Leptin B	C ₁₄ H ₁₈ O ₆	茎	[7] [12]
8	8-acetyl-7-hydroxy-5, 6-dimethoxy-2, 2-dimethyl-2 <i>H</i> -1-benzopyran	C ₁₅ H ₁₈ O ₅	叶	[13]
9	6-(1-methoxyethyl)-5, 7, 8-trimethoxy-2, 2-dimethyl-2 <i>H</i> -1-benzopyran	C ₁₇ H ₂₄ O ₅	叶	[13]
10	7-acetyl-6-hydroxy-5, 8-dimethoxy-2, 2-dimethyl-2 <i>H</i> -1-benzopyran	C ₁₅ H ₁₈ O ₅	叶	[13]
11	6-acetyl-8-hydroxy-5, 7-dimethoxy-2, 2-dimethyl-2 <i>H</i> -1-benzopyran	C ₁₅ H ₁₈ O ₅	叶	[13]

2 药理作用

2.1 抗炎、镇痛

三叉苦是一种药用植物,通常用于治疗脑膜炎和肝炎等炎症症状。采用脂多糖(Lipopolysaccharides, LPS)处理的巨噬细胞(RAW264.7)产生一氧化氮(NO)和前列腺素E₂(PGE₂)以及氯化氢(HCl)诱导的胃炎小鼠模型。三叉苦以剂量依赖性的方式减少了LPS激活的RAW264.7细胞中NO和PGE₂的生成。三叉苦也改善了乙醇(EtOH)/HCl致胃炎的小鼠症状。三叉苦提取物抑制诱导型NO合成酶(iNOS)和环氧化酶(COX-2)的mRNA生成。三叉苦的抗炎作用可能是由于其抑制酪氨酸激酶(Syk)和转录因子NF- κ B(nuclear factor- κ B)的活性[14]。

由二甲苯致耳肿胀的小鼠灌胃给药,连续给药5天,1次/天,给药体积为0.1 mL/10 g体重,模型组给予等体积的蒸馏水。末次给药后1 h,每只小鼠右耳前后两面涂二甲苯各20 μ L,左耳不涂作为对照,45 min后脱颈处死,剪下完整左右耳,用6 mm直径打孔器在距耳缘1 cm处打下圆耳片,称重。与模型组比较,三叉苦水提物的中、高剂量组对二甲苯致小鼠耳肿胀的抑制较明显,同时还可降低大鼠血清中肿瘤坏死因子(Tumor Necrosis Factor, TNF- α)和白细胞介素1 β (Interleukin-1 β , IL-1 β)的含量[15]。

给小鼠灌胃三叉苦提取物0.2 mL/10 g体重,1次/天,连续3天。最后一次给药后20 min、40 min、60 min分别取小鼠置于(55.0 \pm 0.1) $^{\circ}$ C热板仪中,与空白剂量组相比,小鼠的痛阈值显著降低。给小鼠灌胃三叉苦提取物0.2 mL/10 g体重,1 h后腹腔注射0.7%的醋酸注射液0.1 mL/10 g体重,结果表明三叉苦能明显抑制醋酸引起的扭体反应[16]。

2.2 调节血糖和血脂

三叉苦可增加组织对葡萄糖的利用,同时可以增加外周组织对胰岛素的敏感性,对高脂饮食性胰岛素抵抗(Insulin Resistance, IR)大鼠血脂、血糖代谢有一定的调节作用,可缓解IR大鼠高血糖、高血脂症状,上调骨骼肌组织胰岛

素受体底物-1 (Insulin Receptor Substrate 1, IRS-1) mRNA、胰高血糖素样肽-1 (Glucagon-like peptide 1, GLP-1) mRNA 的表达、调节脂联素 (Adiponectin, ADPN)、瘦素 (Leptin, LP) 和抵抗素的分泌水平 [17]。

三叉苦可以显著降低胆固醇 (Total Cholesterol, TC)、甘油三酯 (Triglyceride, TG)、胰岛素 (Insulin, INS)、血糖水平, 对于减少代谢综合征 (Metabolic Syndrome, MS) 相关病症的发生具有重要的临床意义和应用价值 [18]。

2.3 抗病毒作用

Epstein-Barr (EB) 病毒与鼻咽癌的发生密切相关, EB 感染后能长期潜伏于人体细胞中, 一定条件下被激活并不断复制, 致细胞逐步转化而癌变。给绒猴 EB 病毒转化的绒猴白细胞 (B95-8) 滴加 10 mg/L、20 mg/L、50 mg/L、10 g/L、20 g/L、50 g/L 的三叉苦提取液, 37 °C 培养 48 h。10 mg/L、20 mg/L、50 mg/L 的三叉苦提取液对 B95-8 细胞的存活率无明显影响, 而 10 g/L、20 g/L、50 g/L 的三叉苦提取液对 B95-8 细胞的存活率影响较大, 且浓度越高细胞存活率越低。三叉苦在无细胞毒浓度下对激发条件下培养的 B95-8 细胞具有明显的抑制 EB 病毒的壳抗原 (Viral Capsid Antigen, VCA) 表达的作用, 且呈现出剂量依赖性; 高浓度抑制 EB 壳抗原表达效果较好, 对 B95-8 细胞具有细胞毒作用 [19]。三叉苦中的化合物 tamarixetin-3-robinobioside 能抑制 H1N1、H9N2、变异型 H1N1 等病毒的活性, 具有很强的抗病毒活性 [13]。

2.4 抗菌作用

三叉苦提取液对细菌具有较强抑制作用和热稳定性, 并且在 pH 值 3.5 ~ 9.0 范围内均有抗菌活性, 碱性条件下抑菌作用相对较强 [20]。给小鼠尾静脉注射金黄色葡萄球菌 ATCC29213 (1.0×10^{10} CFU/mL), 注射完毕立即给三叉苦提取物 2 g/kg 体重, 每天 1 次, 连续 7 天, 每天观察动物死亡情况。20%、90% 三叉苦乙醇提取物能明显提高脓毒症小鼠动物生存率, 90% 的三叉苦乙醇提取物对脓毒症小鼠保护率最高。三叉苦的乙醇提取物对金黄色葡萄球菌具有明显抑制作用。在体内, 三叉苦的总提取物及其分段样品 20%、90% 的三叉苦乙醇提

取物对金黄色葡萄球菌感染小鼠具有明显保护作用。同时,三叉苦乙醇提取物能明显减少 LPS 刺激小鼠 RAW264.7 细胞产生 NO 和 PGE2 的水平 [21]。

乙型溶血性链球菌在自然界中分布较广,可引起皮肤、皮下组织的化脓性炎症、呼吸道感染、流行性咽炎的爆发等。三叉苦茎、叶与根一样,对乙型溶血性链球菌有一定的抑制作用,但根的抑菌作用更强,同时对福氏痢疾杆菌、志贺痢疾杆菌、八迭球菌和白喉杆菌也有抑制作用,对绿脓杆菌无抑制作用[22]。

2.5 保护肝损伤作用

三叉苦在民间广泛用于治疗各型肝炎,是民间常用的保肝护肝药物。三叉苦中的吴茱萸次碱(Rutecarpine, Rut)和柠檬苦素可抑制肝脏代谢酶-CYP3A4 的活性,Rut 可诱导肝脏代谢酶 P450 的生成 [23]。对四氯化碳(Carbon tetrachloride, CCl_4)所致实验性肝损伤小鼠灌服 $4 \text{ g/kg} \cdot \text{d}^{-1}$ 、 $8 \text{ g/kg} \cdot \text{d}^{-1}$ 三叉苦提取物,连续 7 天。小鼠血清谷丙转氨酶(Alanine Aminotransferase, ALT)和谷草转氨酶(Aspartate Transaminase, AST)活性均显著降低,肝脏匀浆中的丙二醛(Malondialdehyde, MDA)含量降低,而谷胱甘肽过氧化物酶(Glutathione Peroxidase, GSH-Px)活性升高。三叉苦可减轻 CCl_4 所致的肝损伤,其中高剂量组较低剂量组的作用更为显著,显示出一定的剂量依赖性。其机制可能与通过抗脂质过氧化反应,保护肝细胞膜结构的完整,阻断了常见肝损伤途径有关 [24]。

2.6 其他

2.6.1 抗内毒素作用

小鼠灌胃给药 16 g/kg , 每天 1 次,连续 7 天。7 天后腹腔注射大肠杆菌 O55B5 内毒素 60 mg/kg , 腹腔注射 3 天后小鼠的死亡率降低。表明三叉苦能显著抑制内毒素引起的器官损伤,降低内毒素致小鼠休克死亡,提高内毒素血症小鼠的生存率 [16]。

2.6.2 降低尿酸作用

高尿酸血症(Hyperuricemia, HUA)分为原发性和继发性,原发性 HUA 不

伴有其他获得性因素,血清尿酸(Serum Uric Acid, SUA)水平增高、尿酸盐沉积和以痛风综合征为主要表现,常与肥胖、糖脂代谢紊乱、高血压、动脉硬化和冠心病等聚集发生。三叉苦能显著降低SUA、尿素氮(Blood Urea nitrogen, BUN)、血肌酐(Serum Creatinine, Scr)、ALT的水平,对缓解高尿酸血症起到了一定的作用[25]。

2.6.3 促进神经突生长作用

慢性神经退行性疾病对老年人的健康产生了越来越大的影响。阿尔茨海默病(Alzheimer Disease, AD)是一种常见的慢性神经退行性疾病,是痴呆的最常见的病因。在培养基中加入三叉苦的醋酸乙酯提取液培养肾上腺嗜铬细胞(Adrenal Chromaffin Cell, PC12)培养24 h后,加入20 mg/L, 100 mg/L的神经生长因子(Nerve Growth Factor, NGF)继续培养96 h。三叉苦的乙酯可溶性成分能促进PC12细胞中有NGF介导的中性粒细胞生长,从而防止神经退化,对治疗AD具有潜在的应用价值[26]。

2.6.4 抑制神经氨酸苷酶活性

流感神经氨酸苷酶(Neuraminidase, NA)是一种抗原性糖蛋白,位于流感病毒粒子表面。三叉苦可以抑制NA的活性,而发挥主要作用的是三叉苦中的黄酮类化合物,其他成分的作用不明显。将H1N1或H9N2流感病毒注射到含三叉苦的犬肾细胞(Madin-Darby Canine Kidney Cells, MDCK)培养液中,以20-(4-甲基伞形)- α -D-N-乙酰神经氨酸为荧光底物测定神经氨酸酶活性,NA活性受到抑制[13]。

3 结论和展望

中药的发展历史悠久,但近代的中药研究发展较缓慢,主要是由于中药中的成分种类繁多而且结构复杂。三叉苦为一种具有抗炎、镇痛、抗菌等药理作用的民族药,具有一定的临床应用基础,有广泛的应用前景和开发利用价值。近年来关于三叉苦的研究比较零散,缺乏系统性研究。三叉苦的化学成分以及药理作用方面的研究还不透彻和全面,应进一步加强对有效成分的药理作用及其相关机制进行研究,为三叉苦的临床应用与开发利用提供科学依据。

基金项目

广东省自然科学基金粤东西北创新人才联合培养项目(2018A030307037);
岭南师范学院科学研究项目(ZL1801)。

参考文献

- [1] 陈彩英, 黄永秋, 王小平, 等. 三叉苦本草源流考证[J]. 中药新药与临床药理, 2017, 28(4): 543–548.
- [2] 梁粤, 郭丽冰. 气相色谱-质谱法分析三叉苦茎的挥发油成分[J]. 现代中药研究与实践, 2009, 22(6): 29–30.
<https://doi.org/10.12930/0271-9517-29.1.22>
- [3] WEI H I, ZHOU S X, JIANG Y, et al. Chemical constituents from leaves of *Evodia lepta* [J]. *China J Chin Mater Med*, 2015, 38(8): 1193–1197.
- [4] 刁远明, 高幼衡. 广东产三叉苦叶挥发性成分的气相色谱-质谱联用分析[J]. 时珍国医国药, 2008, 19(3): 708–708.
- [5] 杨树娟, 余玲, 康国娇, 等. 三叉苦中6种成分比较研究[J]. 中成药, 2014, 36(3): 580–585.
- [6] HONG B, LI W J, SONG A H, et al. Determination of Indole Alkaloids and Highly Volatile Compounds in *Rauvolfia verticillata* by HPLC-UV and GC-MS [J]. *J Chromatogr Sci*, 2013, 51: 926–930.
<https://doi.org/10.1093/chromsci/bms191>
- [7] 刘同祥, 王绍辉, 王勇, 等. 三叉苦的研究进展[J]. 中草药, 2016, 47(22): 4103–4110.
- [8] 崔婷, 褚晨亮, 李斯达, 等. HPLC法测定三桠苦茎中4-甲基喹啉酮的含量[J]. 中药新药与临床药理, 2018, 29(1): 78–80.
- [9] 鲍长余. 三叉苦化学成分和其他两种药用植物有效成分含量测定的研究[D]. 海南师范大学, 2012.
- [10] 康国娇, 杨树娟, 周海瑜, 等. 傣药三桠苦化学成分研究[J]. 中药材,

- 2013, 37 (1): 74–76.
- [11] 卢海啸, 倪琳, 李树华, 等. 三桠苦叶的化学成分研究 [J]. 广州中医药大学学报, 2012, 29 (1): 56–58.
<https://doi.org/10.1177/089875641202900110>
- [12] LI S G, TIAN H Y, YE W C, et al. Benzopyrans and furoquinoline alkaloids from *Melicope pteleifolia* [J]. *Biochem Syst Ecol*, 2011, 39: 64–67.
<https://doi.org/10.1016/j.bse.2011.01.005>
- [13] NGUYEN N H, HA T K Q, CHOI S, et al. Chemical constituents from *Meicope pteleifolia* leaves [J]. *Phytochemistry*, 2016, 130: 291–300.
<https://doi.org/10.1016/j.phytochem.2016.06.011>
- [14] YOON J Y, JEONG H Y, KIM S Y, et al. Methanol extract of *Evodia lepta* displays Syk/Src-targeted anti-inflammatory activity [J]. *J Ethnopharmacol*, 2013, 148: 999–1007. <https://doi.org/10.1016/j.jep.2013.05.030>
- [15] 林紫微, 赵智萍, 林志军, 等. 海南三叉苦抗炎作用及机制研究 [J]. 海南医学, 2016, 27 (13): 2079–2081.
- [16] 梁粤. 三叉苦抗炎镇痛作用及脂溶性化学成分研究 [D]. 广东药学院, 2010.
- [17] 刁远明, 高幼衡, 彭新生, 等. 三叉苦化学成分研究 (II) [J]. 中草药, 2006 (9): 1309–1311.
- [18] 胡向阳, 李安, 杨璇. 三丫苦对高脂饮食性胰岛素抵抗模型大鼠血糖、血脂代谢的影响 [J]. 亚太传统医药, 2012, 8 (8): 14–16.
- [19] 梅全喜, 高玉桥, 钟希文, 等. 12种广东地产清热解毒中药对EB病毒壳抗原表达的抑制作用及其细胞毒作用 [J]. 中药材, 2011, 34 (11): 1760–1762.
- [20] 廖建良, 揭育霞. 三叉苦叶提取物的抑菌活性研究 [J]. 广东农业科学, 2012, 39 (19): 90–92.
- [21] 高英, 师冰, 颜宏, 等. 三丫苦茎总提取物及分段样品抗菌活性研究 [J]. 云南中医学院学报, 2017, 40 (3): 28–32.

<https://doi.org/10.1163/1878-4712-11112133>

- [22] 邓琪, 梁粤, 郭丽冰, 等. 三丫苦对乙型溶血性链球菌的体外抗菌作用 [J]. 中国实验方剂学杂志, 2010, 16 (7) : 123-124.
- https://doi.org/10.1111/j.1365-2516.2010.02309_3.x
- [23] 庞辉, 玉艳红, 汤桂芳. 三叉苦提取物对小鼠实验性肝损伤的保护作用 [J]. 广西医科大学学报, 2006 (6) : 961-962.
- [24] 范文昌, 梅全喜, 刘亚娟, 等. 12 种广东地产清热解毒药的抗内毒素作用研究 [J]. 今日药学, 2013, 23 (5) : 261-263.
- [25] 胡向阳, 刘桃丽, 林春淑, 等. 广东三丫苦叶膜分离提取物对原发性高尿酸血症患者降尿酸疗效观察 [J]. 中国中西医结合杂志, 2017, 37 (5) : 626-628.
- [26] XU J, SUN X C, LIU X Y, et al. Phytochemical constituents from *Melicope pteleifolia* that promote neurite outgrowth in PC12 cells [J]. J FUNCT FOODS, 2016, 23: 565-572. <https://doi.org/10.1016/j.jff.2016.03.011>
- [27] 崔婷, 褚晨亮, 李斯达, 等. HPLC 法测定三桠苦茎中 4- 甲基喹啉酮的含量 [J]. 中药新药与临床药理, 2018, 29 (1) : 78-80.