

综 述

引用:韩沙,陈雅思,谢凤凤,等.酸藤子研究进展及质量标志物的预测分析[J].陕西中医药大学学报,2024,47(1):133-138.

酸藤子研究进展及质量标志物的预测分析^{*}

韩沙^{1,2} 陈雅思^{1,2} 谢凤凤¹ 张淼¹ 黄茂春^{1,2} 龚志强^{1,2**}

(1.广西中医药大学广西壮瑶药重点实验室,广西 南宁 530200;

2.广西中医药大学赛恩斯新医药学院,广西 南宁 530222)

摘 要:酸藤子 *Embelia laeta* (L.) Mez 为紫金牛科酸藤子属植物,属于传统瑶药七十二风类,具有应用历史悠久、药用价值高、植物资源丰富、开发前景广阔等优点。酸藤子含有多种类型化合物如黄酮类、醌类、苷类、酚酸、有机酸、生物碱、挥发油等。酸藤子全株均可入药,药理活性筛选表明酸藤子具有抑菌、抗炎、抗氧化等作用。现基于质量标志物(Q-Marker)的理论与研究方法,基于近年来对酸藤子化学成分和药理作用的报道文献,从酸藤子传统药性药效、配伍和化学成分可测性等方面进行质量标志物的预测分析。

关键词:酸藤子;化学成分;药理作用;质量标志物

中图分类号:R29

文献标识码:A

文章编号:2096-1340(2024)01-0133-06

DOI:10.13424/j.cnki.jsctcm.2024.01.027

Research Progress on Suan Teng Zi and Prediction Analysis of Quality Markers

HAN Sha^{1,2} CHEN Yasi^{1,2} XIE Fengfeng¹ ZHANG Miao¹

HUANG Maochun^{1,2} GONG Zhiqiang^{1,2}

(1.Key Laboratory of Zhuang Yao Medicine, Guangxi University of Chinese Medicine, Nanning 530200, China;

2.Sainz New School of Medicine, Guangxi University of Chinese Medicine, Nanning 530222, China)

Abstract: *Embelia laeta* (L.) Mez is a plant of the family Ceratophoraceae, belonging to the traditional Yao medicine 72 wind class. It has a long history of application, high medicinal value, abundant plant resources, and broad development prospects. Suan Teng Zi contain various types of compounds such as flavonoids, quinones, glycosides, phenolic acids, organic acids, alkaloids, volatile oils, etc. The entire plant of Suan Teng Zi can be used as medicine, and pharmacological activity screening shows that Suan Teng Zi has antibacterial, anti-inflammatory, antioxidant and other effects. Based on the theory and research methods of Quality Markers (Q-Markers), and based on recent reports on the chemical composition and pharmacological effects of Suan Teng Zi, this study predicts and analyzes the quality markers from the aspects of traditional medicinal properties, efficacy, compatibility, and measurability of chemical components.

Key words: Suan Teng Zi; Chemical composition; Pharmacological effects; Quality markers

^{*} 项目基金:国家重点研发资助项目(2019YFC1712305);广西壮族自治区科技厅“广西壮瑶药重点实验室”科研项目(22-035-25);广西中医药大学赛恩斯新医药学院(国家级)大学生创新创业项目(202113643017)

^{**} 通讯作者:龚志强,教授。E-mail:gong150645259@126.com

酸藤子 *Embelia laeta* (L.) Mez 系紫金牛科酸藤子属植物,全株、根、茎、叶、果实均可入药,性平,味酸、涩^[1]。酸藤子又名酸果藤(中国高等植物图鉴),信筒子(福建),甜酸叶(海南岛),鸡母酸、抢不尽、咸酸果(广西)。酸藤子野生资源较多,包括云、桂、川、闽及两广地区均有野生分布,东南亚等地也有分布^[2]。酸藤子属于传统瑶药中的老班药,老班药又分为五虎、九牛、七十二风、一百零八钻,酸藤子属于七十二风类^[3]。酸藤子全株均可入药,其中根和叶报道具有散瘀止痛的功效,可用于治疗跌打肿痛、痛经闭经,酸藤子的果实具有强壮补血的功效。临床上有报道用酸藤子根和叶水煎做为外科洗药,治疗牛热病口渴、伤食腹胀等^[4-6]。酸藤子的现代药理活性主要是抑菌和抗炎的研究,也有对酸藤子的抗氧化活性进行的实验研究^[7-9]。本文从药物的药性功效、配伍和化学成分出发对酸藤子研究现状进行综述,对酸藤子的质量标志物进行预测分析,为完善酸藤子的质量标准体系提供科学依据。

1 生药学特征

酸藤子为紫金牛科酸藤子属植物,以攀援灌木为主,稀为小灌木状。蔡毅等^[10]、梁臣艳等^[11]对酸藤子的生药学特征进行了初步研究,酸藤子为单叶互生;常具腺点,总状花序,花瓣白色或带黄色,果实为球形,花期 12 月至次年 3 月,果期

4—6 月。酸藤子的根为灰棕色,长圆柱形且粗糙;显微镜下的横切面似石细胞样,皮层宽广,排列疏松。茎为红棕色或黑色有类圆形突起的皮孔,显微镜下的横切面木栓层细胞排列紧密,木质部较宽。叶的上下表皮细胞在显微镜下均能看到角质层纹理。酸藤子的药材粉末显微鉴别呈现灰棕色,具有大量类圆形的油细胞,并多含草酸钙方晶。

2 化学成分

梁臣艳等^[12]采用化学反应法对酸藤子的提取液进行了初步鉴别,结果显示酸藤子除含有挥发油外,还包括黄酮、酚酸、鞣质及其苷类等化学成分。唐天君等^[13]从酸藤子茎叶提取物中分离得到醌类、酯类、芳香酸类等成分。杨林军等^[14]在进一步研究中发现,酸藤果中还含有甾体和生物碱等化学成分。

2.1 黄酮类 黄酮类化合物具有抑菌、抗炎、保护心血管等作用,在野生中药资源中广泛存在。高雪梅等^[15]、吕佳桐等^[16]、邢洁等^[17]研究结果表明酸藤子富含多种黄酮类成分。冯旭等^[18]在酸藤子的乙醇提取物中分离鉴定了芦丁、金丝桃苷等 7 种黄酮及其苷类化合物。蔡建秀等^[19]从酸藤子叶中分离提取到 6 种黄酮化合物,并分析鉴定了其中三种化合物,分别为洋芹素、金圣草黄素、山柰酚素,酸藤子报道的部分黄酮类结构如下图 1 所示。

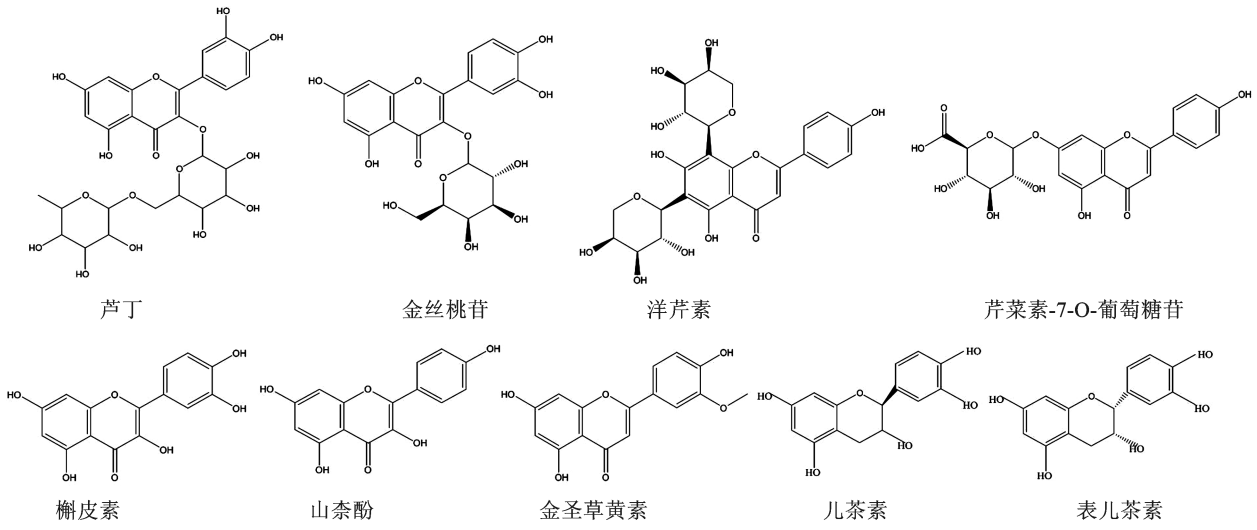


图 1 酸藤子报道中的部分黄酮类化合物结构式

2.2 挥发油类 酸藤子化学成分研究以挥发油居多。廖彭莹等^[20]对酸藤子根和枝叶的挥发性成分

进行了比较研究,结果表明酸藤子不同部位含有的挥发性成分组成及含量具有较大差异。凌中华

等^[21]对白花酸藤子和酸藤子的挥发性成分进行初步研究,发现两者的挥发性成分较一致但含量差异较大,主要包括棕榈酸、亚麻酸等脂肪酸类。孟艳林等^[22]利用 SDE-GC-MS 技术开展酸藤子中挥

发性化合物定性定量分析,结果棕榈酸含量最高,还主要包括油酸、亚油酸等脂肪酸。文献报道的挥发油类化合物如下表 1。

表 1 酸藤子报道中的挥发性成分

序号	化合物名称	分子式	序号	化合物名称	分子式
1	辛烷 Octane	C ₈ H ₁₈	34	棕榈酸 <i>n</i> -Hexadecanoic acid	C ₁₆ H ₃₂ O ₂
2	糠醛 Furfural	C ₅ H ₄ O ₂	35	叶绿醇 Phytol	C ₂₀ H ₄₀ O
3	2-己烯酮 (E) -2-Hexenol	C ₆ H ₁₀ O	36	亚油酸 Linolic acid	C ₁₈ H ₃₂ O ₂
4	3-己烯醇 (Z) -3-Hexen-1-ol	C ₆ H ₁₂ O	37	桉树脑 Eucalyptol	C ₁₀ H ₁₈ O
5	2-己烯醇 (E) -2-Hexen-1-ol	C ₆ H ₁₂ O	38	芳樟醇 3,7-Dimethyl-1,6-octadien-3-ol	C ₁₀ H ₁₈ O
6	己醇 Hexanol	C ₆ H ₁₄ O	39	癸酸甲酯 Decanoic acid methyl ester	C ₁₁ H ₂₂ O ₂
7	庚烯 (Z)-2-Heptenal	C ₇ H ₁₂ O	40	2,4-二叔丁基苯酚 2,4-Bis(1,1-dimethylethyl) -phenol	C ₁₄ H ₂₂ O
8	1-辛烯-3-醇 1-Octen-3-ol	C ₈ H ₁₆ O	41	2,6-二叔丁基对甲酚 Butylated hydroxytoluene	C ₁₅ H ₂₄ O
9	甲庚酮 Methyl heptenone	C ₈ H ₁₄ O	42	月桂酸甲酯 Dodecanoic acid methyl ester	C ₁₃ H ₂₆ O ₂
10	2-正戊基呋喃 2-Amylfuran	C ₉ H ₁₄ O	43	(E)-5-十八烯 (E)-5-Octadecene	C ₁₈ H ₃₆
11	庚二烯 Heptadiene	C ₇ H ₁₀ O	44	十三烷酸甲酯 Tridecanoic acid methyl ester	C ₁₄ H ₂₈ O ₂
12	十一炔 Undecyne	C ₁₁ H ₂ O	45	2,6-二叔丁基-4-甲氧基甲基苯酚 2,6-Bis(1,1-dimethylethyl) -4-(methoxymethyl) -phenol	C ₁₆ H ₂₆ O ₂
13	2-辛烯醛 (E)-2-Octenal	C ₈ H ₁₄ O	46	十七烷 Heptadecane	C ₁₇ H ₃₆
14	芳樟醇 Linalol	C ₁₀ H ₁₈ O	47	十四烷酸甲酯 Methyl tetradecanoate	C ₁₅ H ₃₀ O ₂
15	壬醛 Nonanal	C ₉ H ₁₈ O	48	十八烷 Octadecane	C ₁₈ H ₃₈ O
16	2-壬烯酮(E)-2-Nonenal	C ₉ H ₁₆ O	49	十五烷酸甲酯 Pentadecanoic acid methyl ester	C ₁₆ H ₃₂ O ₂
17	松油醇 α-Terpieol	C ₁₀ H ₁₈ O	50	十九烷 Nonadecane	C ₁₉ H ₄ O
18	柳酸甲酯 methyl ester	C ₈ H ₈ O ₃	51	棕榈酸甲酯 Hexadecanoic acid methyl ester	C ₁₇ H ₃₄ O ₂
19	戊酸叶醇酯 cis-3-hexenyl valerate	C ₁₁ H ₂₀ O ₂	52	二十烷 Eicosane	C ₂₀ H ₄₂
20	十一烷酮 2-Undecanone	C ₁₁ H ₂₂ O	53	二十二烷 Docosane	C ₂₂ H ₄₆
21	n-癸酸 n-Decanoic acid	C ₁₀ H ₂₀ O ₂	54	亚麻酸 (Z,Z,Z)-9,12,15-Octadecatrienoic acid	C ₁₈ H ₃₀ O ₂
22	己酸叶醇酯 Cis-3-hexenyl caproate	C ₁₂ H ₂₂ O ₂	55	1-萘甲酸 1-Naphthoic acid	C ₂₁ H ₃₆ O ₂
23	丁子香烯 Caryophyllene	C ₁₅ H ₂₄	56	油酸酰胺 9-Octadecenamide	C ₁₈ H ₃₂ NO
24	α-紫罗兰酮 α-Ionone	C ₁₃ H ₂₀ O	57	糠醛 2-Furaldehyde	C ₅ H ₄ O ₂
25	香叶基丙酮 Geranyl acetone	C ₁₃ H ₂₂ O	58	桉叶油醇 Cineole	C ₁₀ H ₁₈ O
26	紫罗兰酮 α-Ionone	C ₁₃ H ₂₀ O	59	吲哚 1H-Indole	C ₈ H ₇ N
27	α-麝子油烯 α-Farnesene	C ₁₅ H ₂₄	60	金合欢烯 Farnesene	C ₁₅ H ₂₄
28	柠檬醛 cis-Citral	C ₁₀ H ₁₆ O	61	邻苯二甲酸二异丁酯 Diisobutyl phthalate	C ₁₆ H ₂₂ O ₄
29	正十二烷酸 Dodecanoic acid	C ₁₂ H ₂₄ O ₂	62	3-甲氧基-5-[十五烷基] 苯酚 3-Methoxy-5-[pentadecyl] phenol	C ₂₂ H ₃₈ O ₂
30	2-橙花叔醇 2-Nerolidol	C ₁₅ H ₂₆ O	63	丁香酚甲醚 1,2-dimethoxy-4-(2-propenyl) Benzene	C ₁₁ H ₁₄ O ₂
31	丁子香烯 Caryophyllene	C ₁₅ H ₂₄			
32	环十二酮 Cyclododecene	C ₁₂ H ₂₂			
33	六氢法呢基丙酮 Hexahydrofarnesyl acetone	C ₁₈ H ₃₆ O			

2.3 醌类 从目前的研究上看酸藤子醌类成分的研究较其他成分少且集中,基本是以摠贝素为主。唐天君等^[13]从酸藤子茎叶提取物中分离得到 2,6-二甲氧基苯醌,杨林军等^[14]、冯旭等^[18]从酸藤子

中发现大黄素甲醚。曾宪彪等^[23]利用水溶助长剂从酸藤果中分离得到摠贝素。摠贝素是酸藤子的茎和果实的主要成分^[24-25]。其结构如下图 2 所示。

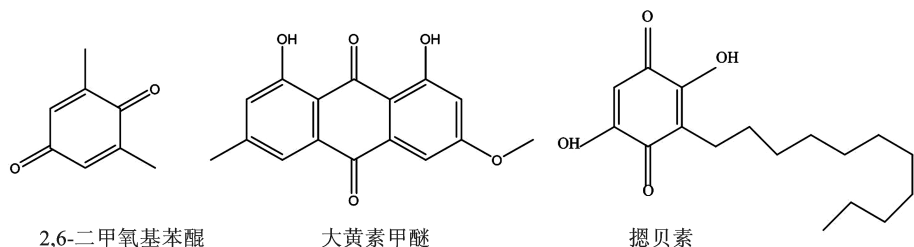


图2 酸藤子报道中的醌类化合物结构式

2.4 其他类 酸藤子化学成分非常丰富,但相关研究较少,除上述成分外还具有酚酸类、生物碱类、酯类以及甾体类等。杨玲玲等^[26]对不同产地酸藤子的根、茎、叶进行 HPLC 色谱图分析,指认了没食子酸、原儿茶酸、儿茶素、表儿茶素等 4 个成分,其中没食子酸、原儿茶酸均为小分子酚酸化合物。谭静玲等^[27]从酸藤子的醇提液中分离鉴定了 (6R, 9R)-1-Oxo- α -ionol-9-O- β -D-goucopyranoside、(+)-Pinoresinol 等 13 个化合物。酸藤子报道的有机酸等其他类结构如下图 3 所示。

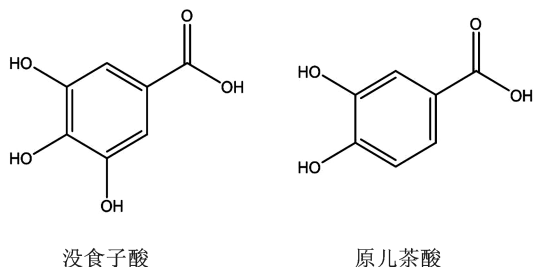


图3 酸藤子报道中的酚酸类化合物结构式

3 药理作用

酸藤子的药用价值高,历史悠久,药性温和,能治疗多种疾病,但现代药理学研究较少,主要集中于抗炎、抑菌和抗氧化活性等方面。

3.1 抑菌作用 廖建良等^[28]采用滤纸扩散法和平板稀释法对酸藤子的抑菌作用进行了初步研究,结果表明酸藤子可抑制细菌活性,且酸藤果作用强于茎叶,但对霉菌无效。凌春耀等^[7]采用滤纸片扩散法比较了酸藤子根、茎、叶的醇提物和水提物的抑菌作用,结果表明各部位的醇提物均对供试菌种有不同程度的抑制作用,且以根部抑菌作用最强,而水提物无抑菌活性。

3.2 抗炎作用 炎症发生是因为机体遭到病原体入侵后释放了过多的炎症因子,当体内炎症因子过多就会引起一系列的病理反应,因此抗炎主要就是降低炎症因子的表达^[29-30]。张仲敏等^[9]利用

二甲苯、醋酸和角叉菜胶给小鼠造模并分组,造模成功后用不同剂量的酸藤子水提物灌胃治疗,治疗一段时间后检测耳水肿、血管通透性、腹部扭动、足爪水肿程度,发现酸藤子对二甲苯引起的耳部水肿、角叉菜胶引起的爪部水肿具有明显的剂量依赖性抑制作用,并能抑制醋酸引起的血管通透性增加和扭体次数的增加,这是因为酸藤子降低了角叉菜胶诱导的促炎细胞因子 IFN- γ 、TNF- α 、IL-1 β 、IL-6、PGE2 和 NO 的表达。Western 印迹结果显示酸藤子可以明显下调 COX-2 和 iNOS 的表达以及抑制 NF- κ B 从细胞质到细胞核并稳定 I κ B α 的转化,因此可以得出酸藤子具有较强的抗炎作用。

3.3 抗氧化 陈振兴等^[8]采用 1,1-二苯基-2-三硝基苯肼 (DPPH) 自由基活性测定对广西、广东 11 种不同产地酸藤子根总黄酮的抗氧化活性进行筛选,不同产地酸藤子根的总黄酮含量差异较大,但都表现了良好的抗氧化作用。

4 酸藤子质量标志物的预测分析

质量标志物是由刘昌孝院士^[31]针对来源、产地等造成的药材质量差异较大的情况提出的新概念,该概念的提出不仅可以确保药物的药效还可以增加药材的稳定性和安全性。质量标志物指的是药材本身固有的或者经加工后形成的与功能属性密切相关的物质,该物质不仅能反映药材的有效性、安全性和稳定性还能进行定性定量鉴别。

4.1 基于不同产地特有化学成分质量标志物的预测分析 酸藤子在国内广泛分布于云南、广西、广东、江西、福建、台湾等地,陈振兴等^[8]对广西、广东 11 种不同产地的酸藤子进行研究,发现各产地总黄酮含量差异较大,广西南宁市青秀区的含量最低,广东潮州市饶平县的含量最高。因此可将黄酮类作为酸藤子的质量标志物。

4.2 基于酸藤子传统药性的质量标志物预测分析

酸藤子又称酸吉风属于瑶药七十二风类。瑶药讲究五气(温、热、寒、凉、平)八味(辛、苦、甘、酸、涩、麻、锥、淡),酸藤子酸、涩,平,属风打相兼药^[32]。从周祥禄等^[33]的研究中可以发现酸味药的主要作用成分是黄酮类,黄酮类药物具有抗炎抗氧化的作用,能治疗高血压、炎症、胃病、肝炎等疾病。因此可将黄酮类作为酸藤子的质量标志物。

4.3 基于酸藤子传统功效的质量标志物预测分析

酸藤子用药历史悠久,根、叶可散瘀止痛、收敛止泻,治跌打肿痛、肠炎腹泻、痛经闭经等症;摠贝素为酸藤子属植物白花酸藤子和酸藤子的主要成分,具有广泛的生理活性,能驱绦虫、镇痛、消炎、抗氧化自由基、抑制肝癌、抗肝损害等^[34-38]。因此可将摠贝素作为酸藤子的质量标志物。

4.4 基于酸藤子化学成分可测性的质量标志物预测分析

化学成分可测性是作为质量标志物选择的重要依据,梁臣艳等^[11]利用薄层色谱法对酸藤子进行定性鉴别,将供试品与对照品芦丁一起展开,结果供试品中呈现芦丁 Rf 值一致的斑点,表明芦丁可作为酸藤子 TLC 定性鉴别的质量标志物。邢洁等^[39]利用薄层色谱法和高效液相色谱法对酸藤子进行定性定量鉴别,结果表明酸藤子的 TLC 斑点清晰、分离度好,HPLC 的线性关系良好。杨玲玲等^[26]对不同产地酸藤子的根、茎、叶进行 HPLC 色谱图分析,指认了没食子酸、原儿茶酸、儿茶素、表儿茶素 4 个成分。因此可将没食子酸、原儿茶酸、儿茶素、表儿茶素作为酸藤子的质量标志物。

5 展望

酸藤子作为天然药物在安全性和稳定性方面与其他的合成药、化学药相比具有较大的优势。随着研究的不断深入人们发现合成的食用色素不仅存在不同程度的毒性,还有导致癌变和畸形的可能。且随着提取分离技术的发展,人们开始把目光转向天然色素,天然色素具有安全性高,稳定性好的优点。酸藤子作为天然药物,其果实中含有大量的色素,因此可将酸藤果作为天然色素的原料。林志玲^[40]对酸藤果的营养成分和色素稳定性进行研究,发现酸藤子果实的色素稳定性好且

富有营养,是一种很有潜力的天然食用色素。黄晓冬等^[41]对酸藤子叶的营养成分进行研究,发现酸藤子叶中含有 17 种氨基酸,且叶中的矿物质元素种类多、含量高。因此得出酸藤子有较大的开发利用价值。

酸藤子作为传统瑶药,历史悠久,药用价值高,且酸藤子作为天然来源的药用资源具有疗效确切、安全性高、植物资源丰富等优点。酸藤子含有糖和苷类、有机酸、黄酮类、醌类、酚酸类以及挥发油类等化学成分。虽然酸藤子的化学成分种类多且丰富,但对其研究较少且分散,缺乏全面系统的研究。酸藤子的临床作用确切,是瑶族地区广泛使用的老班药,可治疗多种疾病,但现代药理学研究还只停留在抗炎、抑菌、抗氧化等方面,不够深入具体。为了进一步减少酸藤子由于来源和产地等因素导致的质量差异,从药物的传统药性功效、配伍和化学成分可测性等方面进行质量标志物的预测分析。但本文只是在现有研究的基础上进行的预测分析,随着研究的不断深入,酸藤子的质量标志物可能会出现变化,因此本文只是作为一个参考,还应从多角度对其质量进行评价,建立可观、高效、完善的质量评价体系。

参考文献

- [1] 国家中医药管理局《中华本草》编委会. 中华本草:9 [M]. 上海:上海科学技术出版社,1999:51-79.
- [2] 吴征镒,周太炎,肖培根. 新华本草纲要[M]. 上海:上海科技出版社,1988:388.
- [3] 戴斌. 中国现代瑶药[M]. 南宁:广西科学技术出版社,2009:286-288.
- [4] 中国科学院中国植物志编辑委员会. 中国植物志:第七十五卷[M]. 北京:科学出版社,1979:98-120.
- [5] 广西壮族自治区食品药品监督管理局. 广西壮族自治区瑶药材质量标准[S]. 南宁:广西科学技术出版社,2014:216-217.
- [6] 福建省科学技术委员会《福建植物志》编写组. 福建植物志:第四卷[M]. 福州:福建科学技术出版社,1990:87-99.
- [7] 凌春耀,梁凤,李依,等. 酸藤子提取物及其抑菌作用的研究[J]. 吉林农业科技学院学报,2017,26(1):11-13.
- [8] 陈振兴,周凤玲,张仲敏. 不同产地酸藤子根总黄酮含量及抗氧化活性研究[J]. 广西中医药,2021,44(1):62-65.

- [9] Zhang ZM, Li L, Huang GX, et al. Embelia Laeta aqueous extract suppresses acute inflammation via decreasing COX-2/iNOS expression and inhibiting NF- κ B pathway [J]. Journal of Ethnopharmacology, 2021, 281: 114575.
- [10] 蔡毅, 谢凤凤, 颜萍花, 等. 瑶药酸吉风质量标准初步研究[J]. 时珍国医国药, 2015, 26(2): 379-381.
- [11] 梁臣艳, 梁雁, 蔡毅, 等. 酸藤子的生药学鉴别[J]. 华西药理学杂志, 2013, 28(1): 62-64.
- [12] 梁臣艳, 韦楠, 甄汉深, 等. 酸藤子化学成分的初步研究[J]. 安徽农业科学, 2011, 39(19): 11441-11442.
- [13] 唐天君, 吴凤铎. 酸藤子 (*Embelia laeta*) 化学成分的研究[J]. 天然产物研究与开发, 2004, 16(2): 129-130.
- [14] 杨林军, 何明珍, 黄文平, 等. 酸藤果化学成分研究[J]. 中国药理学杂志, 2016, 51(14): 1179-1182.
- [15] 高雪梅, 祁岳, 张志. 响应面法优化酸藤子叶总黄酮的超声提取工艺[J]. 黑龙江畜牧兽医, 2018(17): 167-170, 240.
- [16] 吕佳桐, 祁岳, 鲁霞, 等. 酸藤子叶中总黄酮的微波提取工艺研究[J]. 黑龙江畜牧兽医, 2018(20): 173-175.
- [17] 邢洁, 李运景, 唐蕾, 等. 藏药材酸藤果中总黄酮含量测定研究[J]. 亚太传统医药, 2017, 13(14): 30-31.
- [18] 冯旭, 李耀华, 梁臣艳, 等. 酸藤子化学成分研究[J]. 中药材, 2013, 36(12): 1947-1949.
- [19] 蔡建秀, 周海水, 周天送. 酸藤子总黄酮含量的测定及其有效成分薄层分析[J]. 国土与自然资源研究, 2006(2): 87-88.
- [20] 廖彭莹, 李兵, 蔡少芳, 等. 酸藤子脂肪酸类成分的 GC-MS 研究[J]. 中国药房, 2012, 23(11): 1027-1029.
- [21] 凌中华, 梁臣艳, 原鲜玲, 等. 二种酸藤子属植物挥发油的 GC-MS 分析[J]. 中国民族民间医药, 2011, 20(13): 40-41.
- [22] 孟艳林, 唐文文, 孟春杨, 等. SDE-GC-MS 技术分析酸藤子枝叶中的挥发性成分[J]. 云南化工, 2021, 48(6): 55-58.
- [23] 曾宪彪, 韦宝伟, 韦桂宁. 应用水溶助长剂从酸藤果中提取摠贝素[J]. 实用药物与临床, 2014, 17(11): 1439-1441.
- [24] Ogawa H. Hydroxybenzoquinones from Myrsinaceae plants-II. Distribution among Myrsinaceae plants in Japan [J]. Phytochemistry, 1968, 7(5): 773-782.
- [25] Lund AK, Lemmich J, Adersen A, et al. Benzoquinones from *Embelia angustifolia* [J]. Phytochemistry, 1997, 44(4): 679-681.
- [26] 杨玲玲, 张仲敏, 周凤玲, 等. 不同产地酸藤子根 HPLC 指纹图谱研究[J]. 中药材, 2021, 44(2): 379-382.
- [27] 谭静玲, 陆娟, 郑国华. 酸藤子化学成分的研究[J]. Journal of Chinese Pharmaceutical Sciences, 2022, 31(4): 264-269.
- [28] 廖建良, 王正, 秦歆. 酸藤子提取物的抑菌活性研究[J]. 惠州学院学报, 2015, 35(3): 43-46.
- [29] Manning K, Rachakonda PS, Rai MF, et al. Co-expression of insulin-like growth factor-1 and interleukin-4 in an in vitro inflammatory model [J]. Cytokine, 2010, 50(3): 297-305.
- [30] Tasneem S, Liu B, Li B, et al. Molecular pharmacology of inflammation; medicinal plants as anti-inflammatory agents [J]. Pharmacological Research, 2019, 139: 126-140.
- [31] 刘昌孝. 基于中药质量标志物的中药质量追溯系统建设[J]. 中草药, 2017, 48(18): 3669-3676.
- [32] 覃迅云. 中国瑶药学 [M]. 北京: 民族出版社, 2002: 145.
- [33] 周祥禄, 王加锋, 陈乐乐, 等. 酸味中药的味、成分及功用关联性研究 [J]. 山东中医药大学学报, 2021, 45(2): 256-263.
- [34] Mahendran S, Thippeswamy BS, Veerapur VP, et al. Anti-convulsant activity of embelin isolated from *Embelia ribes* [J]. Phytomedicine, 2011, 18(2/3): 186-188.
- [35] Chitra M, Sukumar E, Suja V, et al. Antitumor, anti-inflammatory and analgesic property of embelin, a plant product [J]. Chemotherapy, 1994, 40(2): 109-113.
- [36] Singh D, Singh R, Singh P, et al. Effects of embelin on lipid peroxidation and free radical scavenging activity against liver damage in rats [J]. Basic & Clinical Pharmacology & Toxicology, 2009, 105(4): 243-248.
- [37] Joshi R, Kamat JP, Mukherjee T. Free radical scavenging reactions and antioxidant activity of embelin; biochemical and pulse radiolytic studies [J]. Chemico-Biological Interactions, 2007, 167(2): 125-134.
- [38] Chitra M, Sukumar E, Devi CS. 3H]-thymidine uptake and lipid peroxidation by tumor cells on embelin treatment: an in vitro study [J]. Oncology, 1995, 52(1): 66-68.
- [39] 邢洁, 孔倩倩. 藏药酸藤果的质量标准研究[J]. 中国药房, 2016, 27(21): 3009-3011.
- [40] 林志玲. 酸藤果的营养和色素的研究[J]. 江西农业学报, 2006, 18(3): 86-88.
- [41] 黄晓冬, 黄晓昆, 李美欣. 酸藤子果皮红色素微波法提取工艺研究[J]. 安徽农业科学, 2009, 37(22): 10675-10677.