

壮药材滇桂艾纳香的研究进展及其质量标志物的预测分析

苏宏娜^{1,2,4}, 李学学^{1,2,4}, 杨正明^{2,3,4}, 孔苑琳^{1,2,4}, 李莹^{1,2,4}, 兰建龙^{1,2,4}, 崔琪^{1,2,4}, 谭玲^{1,2,4}, 黄艳菲^{2,3,4*}, 刘圆^{2,4,5*}

1. 西南民族大学药学院, 四川 成都 610041
2. 四川省羌彝药用资源保护与利用技术工程实验室, 四川 成都 610225
3. 西南民族大学青藏高原研究院, 四川 成都 610041
4. 青藏高原民族药用资源保护与利用国家民委重点实验室, 四川 成都 610225
5. 西南民族大学民族医药研究院, 四川 成都 610041

摘要: 滇桂艾纳香为壮医常用妇科产后止血药材, 疗效好, 临床应用广泛。滇桂艾纳香的质量标准不够完善, 随着近年化学成分和药理活性研究不断深入, 使其质量标志物 (quality marker, Q-Marker) 的预测成为可能。对滇桂艾纳香进行本草考证、化学成分和主要药理活性总结, 并在此基础上结合 Q-Marker 的核心概念, 从化学成分特异性、有效性、可测性和可入血成分方面对滇桂艾纳香 Q-Marker 进行预测分析, 可推测滇桂艾纳香中异绿原酸 A、异绿原酸 B、异绿原酸 C 的含量比例或许可作为滇桂艾纳香化学成分特异性不足的 Q-Marker 专属性补充, 为其质量评价提供了理论依据。

关键词: 滇桂艾纳香; 化学成分; 药理活性; 质量标准; 质量标志物

中图分类号: R282.6 **文献标志码:** A **文章编号:** 0253-2670(2022)07-2255-14

DOI: 10.7501/j.issn.0253-2670.2022.07.035

Research progress of Zhuang herb *Blumeae Ripariae Herba* and prediction analysis on Q-Marker

SU Hong-na^{1,2,4}, LI Xue-xue^{1,2,4}, YANG Zheng-ming^{2,3,4}, KONG Yuan-lin^{1,2,4}, LI Ying^{1,2,4}, LAN Jian-long^{1,2,4}, CUI Qi^{1,2,4}, TAN Ling^{1,2,4}, HUANG Yan-fei^{2,3,4}, LIU Yuan^{2,4,5}

1. College of Pharmacy, Southwest Minzu University, Chengdu 610041, China
2. Sichuan Qiang-Yi Medicinal Resources Protection and Utilization Technology Engineering Laboratory, Chengdu 610225, China
3. Institute of Qinghai-Tibetan Plateau Research, Southwest Minzu University, Chengdu 610041, China
4. Key Laboratory of Qinghai-Tibetan Plateau Ethnic Medicinal Resources Protection and Utilization of National Ethnic Affairs Commission, Chengdu 610225, China
5. Ethnic Medicine Institute, Southwest Minzu University, Chengdu 610041, China

Abstract: *Blumeae Ripariae Herba* is a traditional Zhuang herb with wide clinical application, which has significantly therapeutic effect and commonly used for gynecology postpartum hemostatic. Although the quality standard of *Blumeae Ripariae Herba* should be improved, but numerous studies of chemical constituents and pharmacological activities in recent years makes it possible to predict its Q-Marker. In this paper, textual research, chemical constituents and main pharmacological activities of *Blumeae Ripariae Herba* were summarized, then combined with the core concept of Q-Marker, the Q-Markers of *Blumeae Ripariae Herba* basis were analyzed and predicted from the aspects of the specificity, effectiveness and measurability of chemical components, and blood entry components, It can be speculated that the content ratio of isochlorogenic acid A, isochlorogenic acid B, and isochlorogenic acid C may be used as a Q-Marker exclusive supplement for the lack of specificity of chemical components in *Blumeae Ripariae Herba*, in order to provide a

收稿日期: 2021-07-06

基金项目: 国家重点研发计划项目 (2018YFC1708005); 四川省科技计划项目 (重点研发项目) (2021YFS0043); 西南民族大学中央高校基本科研业务费专项资助 (2020NGD01)

作者简介: 苏宏娜 (1996—), 女, 白族, 云南昆明人, 硕士研究生, 研究方向主要为民族药资源与鉴定。

Tel: 18328380447 E-mail: 634159339@qq.com

*通信作者: 黄艳菲 (1986—), 女, 博士, 助理研究员, 从事民族药物研究。Tel: (028)89165778 E-mail: 47118549@qq.com

刘圆 (1968—), 女, 博士, 教授, 从事民族药品种、品质评价及新药资源保护与利用研究。

Tel: (028)85528812 E-mail: 499769896@qq.com

theoretical basis for its quality evaluation.

Key words: *Blumeae Ripariae Herba*; chemical composition; pharmacological activity; quality standard; Q-Marker

滇桂艾纳香为菊科艾纳香属植物假东风草 *Blumea riparia* (Bl.) DC. 的干燥全草, 为壮瑶民间常用妇科药材, 是广西重点壮药材品种^[1-3]。《广西壮族自治区壮药质量标准(第一卷)》中记载滇桂艾纳香性温, 味微苦、淡, 归肝、脾经, 具有活血、止血、利水的功效, 可用于治疗经期提前、产后血崩、产后浮肿、不孕症、阴疮。壮医则认为本品性平, 味淡, 通火路龙路、祛风毒、除湿毒、止血调经, 用于发旺(风湿骨痛)、林得叮相(跌打肿痛)、兵淋勒(崩漏)、月经不调、狼尹(疮疖)。目前仅湖南、广西两省区药材标准收载, 且标准制定尚不完善, 缺乏指标性成分控制药材质量。近年来, 由于滇桂艾纳香的野生资源已无法满足工业生产和临床应用, 其同属相近品种常替代使用, 滇桂艾纳香的质量评价、质量控制研究已势在必行。本文对滇桂艾纳香的基原历史、临床使用、标准收载情况、化学成分及药理作用进行归纳综述, 结合中药质量标志物(Q-Marker)的核心概念^[4-6], 对滇桂艾纳香的 Q-Marker 进行预测分析, 为确定滇桂艾纳香的 Q-Marker 和质量标准研究提供理论依据。

1 本草考证、临床使用及收载情况

1.1 本草考证

滇桂艾纳香在广西民间有较长的使用历史, 为妇科产后止血之圣药。由于壮族没有本民族文字, 其壮医药传承仅靠师徒口口相传, 因此, 对于滇桂艾纳香的品种考证需从民间医生走访和广西本草文献查阅相结合入手。滇桂艾纳香的异名主要有白花九里明、华艾纳香、管芽(壮语)、中华艾纳香、假东风草、东风草、大头艾纳香、九里明等。滇桂艾纳香始记于《天等县民间常用中草药处方汇编》^[7], 但名称为白花九里明且仅记载了验方, 没有准确记录该药材的来源及拉丁学名, 无法考证准确的植物来源。但滇桂艾纳香在《百色

地区常用中草药验方选》^[8]、《广西植物名录》^[9]、《广西本草选编》^[10]、《广西医药研究所药用植物园药用植物名录》^[11]、《中国高等植物图鉴》^[12]等专著中出现管芽、白花九里明、华艾纳香等异名, 记载的原植物为 *B. pubigera* (Linn.) Merr., 该拉丁名为假东风草的原拉丁名, 后已修订为 *B. riparia* (Bl.) DC., 故确定其原植物为假东风草。

1990年版《新修本草纲要》^[13]首次将“假东风草”和“东风草”作为不同的两种植物进行描述, 但除了分布区域有所区别之外, 药用部位、功能主治均相同。2004年出版的《中国植物志》^[1], 清楚的记载了“假东风草”与“东风草”2种植物的由来, 详细描述了2种植物的形态特征, 并把东风草作为假东风草的一个变种。《广西特色中草药资源选编》^[14]、《桂本草》^[15]记载的“滇桂艾纳香”“白花九里明”, 植物来源明确为 *B. riparia* (Bl.) DC., 因此, 依据拉丁名及本草考证可以推断, 东风草 *B. megacephala* (Randeria) Chang et Tseng 为假东风草的一个变种, 滇桂艾纳香的原植物为菊科艾纳香属植物假东风草 *B. riparia* (Bl.) DC.。

1.2 滇桂艾纳香临床使用或标准收载情况

通过查询药智数据库发现, 滇桂艾纳香常以单方或配伍入药, 见表1。滇桂艾纳香制成的滇桂艾纳香胶囊、滇桂艾纳香片、伊血安颗粒、妇血康颗粒为国家药品监督管理局颁布的中药保护品种库收载品种(共收录131个品种)。妇血康颗粒收载于《国家中成药标准汇编外科妇科分册》。目前, 滇桂艾纳香的现行法定标准有《湖南省中药材标准》(2009年版)^[16]、《广西中药材标准》第二册^[17]、《广西壮族自治区壮药质量标准(第一卷)》^[18]、《广西中药饮片炮制规范2007年版》^[19]、《湖南中药饮片炮制规范》2010年版^[20], 其来源均

表1 滇桂艾纳香配方药用情况

Table 1 Prescriptions of *Blumeae Ripariae Herba*

制(方)剂	配方	功能主治	生产企业数量
滇桂艾纳香胶囊	滇桂艾纳香	活血化瘀, 止血调经; 用于瘀血阻滞, 月经过多, 经期过长, 产后恶露不绝等症	4
伊血安颗粒	滇桂艾纳香、益母草、延胡索(醋制)、甘草	活血止血, 行气止痛; 用于产后恶露不绝、人工流产后子宫出血不净, 中医辨证属血瘀证者; 可缩短出血持续时间, 减轻小腹疼痛	2
滇桂艾纳香片	滇桂艾纳香	活血化瘀, 止血调经; 用于瘀血阻滞, 月经过多, 经期过长, 产后恶露不绝等症	2
妇血康颗粒	滇桂艾纳香	活血化瘀, 止血调经; 用于瘀血阻滞所致的月经量多, 经期延长	2

为菊科艾纳香属植物假东风草 *B. riparia* (Bl.) DC.的干燥全草。

2 化学成分

2.1 酚酸类

酚酸类化合物是滇桂艾纳香的主要活性成分之一。已知从滇桂艾纳香中分离到的酚酸类化合物主要有原儿茶酸 (protocatechuic acid)、原儿茶醛

(3,4-dihydroxybenzaldehyde)、绿原酸 (chlorogenic acid)、异绿原酸 A (3,5-dicaffeoylquinic acid)、异绿原酸 B (3,4-dicaffeoylquinic acid)、异绿原酸 C (4,5-dicaffeoylquinic acid)、新绿原酸 (neochlorogenic acid)、隐绿原酸 (cryptochlorogenic acid) 等 19 种化合物^[21-25]。酚酸类化合物见表 2, 结构如图 1 所示。

表 2 滇桂艾纳香中酚酸类化合物

Table 2 Phenolic acids from *Blumeae Ripariae Herba*

编号	化合物	英文名称	分子式	文献
1	原儿茶酸	protocatechuic acid	C ₇ H ₆ O ₄	25-26
2	原儿茶醛	3,4-dihydroxybenzaldehyde	C ₇ H ₆ O ₃	25
3	咖啡酸	caffeic acid	C ₉ H ₈ O ₄	25
4	2,4-二甲氧基-6-甲基苯甲酸	2,4-dimethoxy-6-methylbenzoic acid	C ₁₀ H ₁₂ O ₄	25
5	丁香酸	syringic acid	C ₉ H ₁₀ O ₅	25
6	没食子酸	gallic acid	C ₇ H ₆ O ₅	25
7	香草酸	vanillic acid	C ₈ H ₈ O ₄	25
8	水杨酸	salicylic acid	C ₇ H ₆ O ₃	25
9	原儿茶酸甲酯	methyl 3,4-dihydroxybenzoate	C ₈ H ₈ O ₄	27
10	绿原酸	chlorogenic acid	C ₁₆ H ₁₈ O ₉	22
11	咖啡酸甲酯	methyl 3-(3,4-dihydroxyphenyl) prop-2-enoate	C ₁₀ H ₁₀ O ₄	27
12	咖啡酸乙酯	caffeic acid ethyl ester	C ₁₁ H ₁₂ O ₄	25
13	异绿原酸 C	4,5-dicaffeoylquinic acid	C ₂₅ H ₂₄ O ₁₂	25
14	异绿原酸 A	3,5-dicaffeoylquinic acid	C ₂₅ H ₂₄ O ₁₂	22
15	新绿原酸	neochlorogenic acid	C ₁₆ H ₁₈ O ₉	22
16	隐绿原酸	cryptochlorogenic acid	C ₁₆ H ₁₈ O ₉	22
17	异绿原酸 B	3,4-dicaffeoylquinic acid	C ₂₅ H ₂₄ O ₁₂	22
18	1,3,5-三咖啡酰基奎宁酸	1,3,5-tricaffeoylquinic acid	C ₃₄ H ₃₀ O ₁₅	22
19	花椒素	xanthoxylin	C ₁₀ H ₁₂ O ₄	25

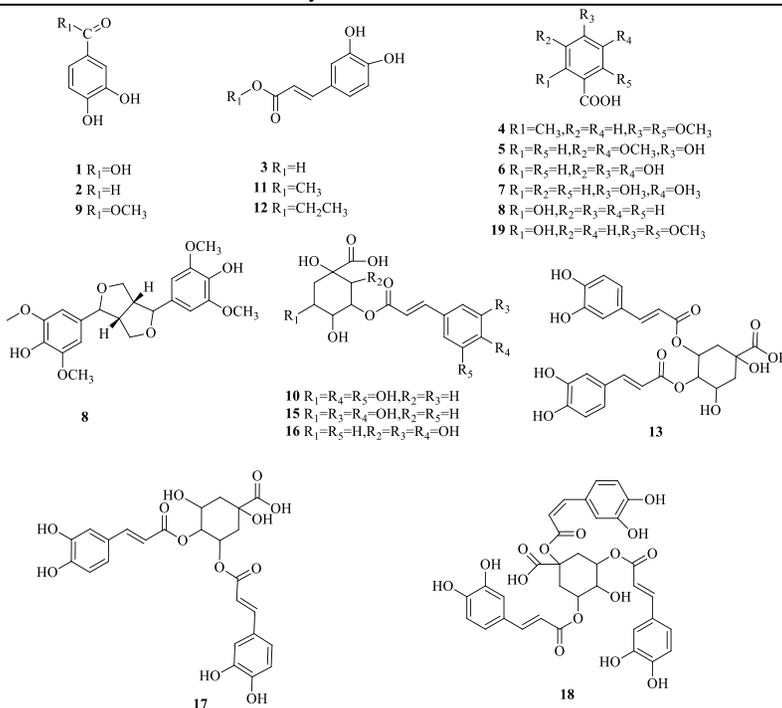


图 1 滇桂艾纳香中酚酸类化合物结构

Fig. 1 Structures of phenolic acids from *Blumeae Ripariae Herba*

2.2 黄酮类

研究表明,黄酮类成分为滇桂艾纳香中的另一类主要成分。曹家庆^[25]利用多种色谱方法从滇桂艾纳香中分离、鉴定了15个黄酮类化合物。陈美安等^[26]采用反复硅胶柱色谱及重结晶方法从滇桂艾纳香提取化学成分,从中鉴定了7个黄酮类成分。已知从滇桂

艾纳香中分离到的黄酮类化合物为槲皮素(queretin)、小麦黄素(tricin)、芹菜素(apigenin)、木犀草素(luteolin)、圣草素-7,4'-二甲醚(eriodictyol-7,4'-dimethyl ether)、柞柳黄素(tamarixetin)、鼠李柠檬素(rhamnocitrin)、山柰酚(kaempferol)等21种化合物。黄酮类化合物见表3,结构如图2所示。

表3 滇桂艾纳香中黄酮类化合物

Table 3 Flavonoids from *Blumeae Ripariae Herba*

编号	化合物	英文名称	分子式	文献
20	二氢槲皮素-4'-甲醚	taxifolin-4'-methyl ether	C ₁₆ H ₁₄ O ₇	25
21	圣草素-7,4'-二甲醚	eriodictyol-7,4'-dimethyl ether	C ₁₇ H ₁₆ O ₆	25-26
22	圣草素-7,3'-二甲醚	eriodictyol-7-dimethyl ether	C ₁₇ H ₁₆ O ₆	25-26
23	槲皮素-7,3',4'-三甲醚	quercetin-7,3',4'-trimethyl ether	C ₁₈ H ₁₈ O ₇	25
24	槲皮素-3,7,4'-三甲醚	queretin-3,7,4'-trimethyl ether	C ₁₈ H ₁₈ O ₇	25
25	柞柳黄素	tamarixetin	C ₁₆ H ₁₂ O ₇	25
26	鼠李柠檬素	rhamnocitrin	C ₁₆ H ₁₄ O ₆	25
27	山柰酚	kaempferol	C ₁₅ H ₁₀ O ₆	25
28	槲皮素-7,4'-二甲醚	quercetin-7,4'-dimethyl ether	C ₁₇ H ₁₆ O ₇	25
29	槲皮素-7-甲醚	quercetin-7-dimethyl ether	C ₁₆ H ₁₄ O ₇	25
30	槲皮素	quercetin	C ₁₅ H ₁₀ O ₇	25
31	槲皮素-3,7,3',4'-四甲醚	quercetin-3,7,3',4'-tetramethyl ether	C ₂₃ H ₂₆ O ₇	25
32	小麦黄素	tricin	C ₁₇ H ₁₄ O ₇	25,27
33	小麦黄素-7-O-β-D-吡喃葡萄糖苷	tricin 7-O-β-D-glucopyranosid	C ₁₅ H ₁₂ O ₅	27
34	芹菜素	apigenin	C ₁₅ H ₁₀ O ₅	25
35	芹菜素-7-O-β-D-吡喃葡萄糖苷	apigenin 7-O-β-D-glucopyranoside	C ₂₁ H ₂₀ O ₁₀	27
36	木犀草素	luteolin	C ₁₅ H ₁₀ O ₆	25
37	木犀草素-7-O-β-D-吡喃葡萄糖苷	luteolin 7-O-β-D-glucopyranoside	C ₂₁ H ₂₀ O ₁₁	27
38	6-甲氧基木犀草素-7-O-β-D-吡喃葡萄糖苷	cynaroside	C ₂₂ H ₂₂ O ₁₂	27
39	5-羟基-7,3',4'-三甲氧基黄酮	5-hydroxy-7,3',4'-trimethoxyflavone	C ₁₈ H ₁₆ O ₆	26
40	芦丁	rutin	C ₂₇ H ₃₀ O ₁₆	25

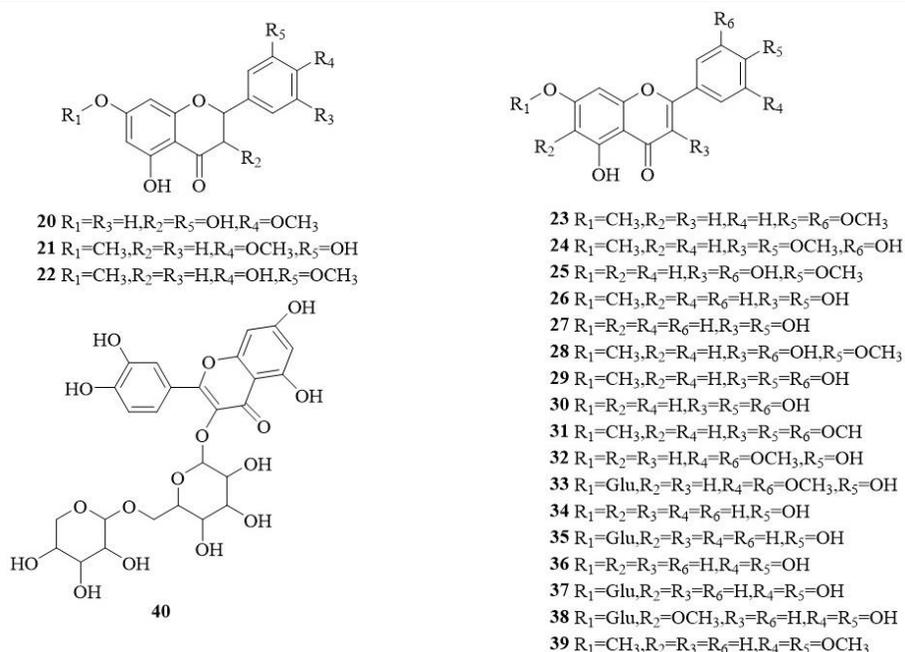


图2 滇桂艾纳香中黄酮类化合物结构

Fig. 2 Structures of flavonoids from *Blumeae Ripariae Herba*

2.3 其他类成分

除上述成分外, 滇桂艾纳香还含有糖类、生物碱、甾醇类、氨基酸类等其他化学成分^[25-31]。其他成分见表4, 结构如图3所示。

2.4 挥发性成分

王治平等^[32]通过 GC-MS 分析了滇桂艾纳香挥发油中的化学成分, 从中鉴定了 57 个化学成分。马芝玉等^[33]通过 GC-MS 分析了滇桂艾纳香中茎和叶中的挥发性成分, 从中共鉴定了 98 种化学成分, 其中倍半萜类化合物占挥发性成分的 91% 以上。董伟^[34]对滇桂艾纳香进行超临界 CO₂ 萃取, 并对萃取物进行 GC/MS 分析, 共鉴定出 52 种挥发性成分。滇桂艾纳香中已知挥发性成分见表 5。

2.5 定量分析

目前针对滇桂艾纳香的质量控制研究较少, 研究者主要通过高效液相色谱、紫外分光光度计、高效液相、超高效液相等方法, 对原儿茶酸、

原儿茶醛、芦丁、绿原酸、咖啡酸等成分进行定量分析^[21-24,35-40]。林雀跃等^[22]建立了滇桂艾纳香的指纹图谱, 并识别出绿原酸、异绿原酸 A、异绿原酸 B、异绿原酸 C、新绿原酸、隐绿原酸、1,3,5-三咖啡酰基奎宁酸 7 种成分, 建立了滇桂艾纳香 7 种成分的薄层色谱方法。表明酚酸类化合物和黄酮类化合物是滇桂艾纳香药材的主要化学成分。

3 药理作用

现代药理学研究表明, 滇桂艾纳香具有止血、对子宫平滑肌作用、镇痛、抗炎、肝保护以及促凝血等药理活性。

3.1 止血作用

姜建萍等^[41]采用剪尾法、玻片法以及毛细管法研究滇桂艾纳香水提取物和不同乙醇浓度提取物对小鼠出、凝血时间的影响和对家兔的血浆复钙时间的影响, 研究结果表明滇桂艾纳香不同提取物均有不同程度的缩短动物出、凝血时间和血浆复钙时间的作用。在对滇桂艾纳香止血效应的研究中发现,

表 4 滇桂艾纳香中其他类化合物

Table 4 Other compounds in *Blumeae Ripariae Herba*

编号	化合物	英文名称	分子式	文献
41	—	blumeaxanthene	C ₁₇ H ₁₆ O ₆	25
42	—	blumeacetylene A	C ₁₄ H ₁₈ O ₃	25
43	—	blumeacetylene B	C ₁₃ H ₁₆ O ₄	25
44	乙酸异丁酯	ichthyothereol	C ₁₄ H ₁₄ O ₂	25
45	—	blumeaguaianone A	C ₂₀ H ₃₀ O ₆	25
46	—	blumeaguaianone B	C ₂₀ H ₃₁ ClO ₆	25
47	—	blumeaguaianone C	C ₂₀ H ₃₀ O ₆	25
48	—	1-angeloyloxy-eudesm-4,7-diol	C ₂₀ H ₃₄ O ₄	25
49	—	(+)-1 α ,9 β -dihydroxy-7 α -H-eudesm-4-en-6-one	C ₁₅ H ₂₄ O ₃	25
50	柳杉二醇	cryptomeridiol	C ₁₅ H ₂₈ O ₂	25
51	去氢吐叶醇	(+)-dehydrovomifoliol	C ₁₃ H ₁₈ O ₃	25
52	—	(-)-3 β -hydroxy-5 α ,6 α -epoxy-7-megastigmen-9-one	C ₁₃ H ₂₀ O ₃	25
53	地芫普内酯	(-)-loliolide	C ₁₁ H ₁₆ O ₃	25
54	—	austroinulin	C ₂₀ H ₃₄ O ₃	25
55	β -谷甾醇	β -sitosterol	C ₃₀ H ₅₂ O	25
56	豆甾醇	stigmasterol	C ₂₉ H ₅₀ O	25
57	(24S)-豆甾-4-烯-3-酮	(24S)stigmast-4-en-3-one	C ₂₉ H ₄₈ O ₂	25
58	(24S)-豆甾-4,22-二烯-3-酮	(24S)stigmast-4,22-dien-3-one	C ₂₉ H ₄₆ O	25
59	对苯二酚	hydroquinone	C ₆ H ₆ O ₂	25
60	对羟基苯甲醛	4-hydroxy-benzaldehyde	C ₇ H ₆ O ₂	25
61	—	benzyl-O- β -D-glucopyranoside	C ₁₃ H ₁₈ O ₆	25
62	3,4-二甲氧基苯丙酰胺	3,4-dimethoxy-phenyl propanamide	C ₁₁ H ₁₅ NO ₃	25
63	环(脯-亮)二肽	cylo-(γ -pro-l-leu)	C ₁₁ H ₁₈ N ₂ O ₂	25
64	呋喃甲酸	2-furoic acid	C ₅ H ₄ O ₃	25
65	胡萝卜苷	daucosterol	C ₃₅ H ₆₀ O ₆	27
66	木栓酮	friedelin	C ₃₀ H ₅₀ O	26
67	木栓醇	friedelino	C ₃₀ H ₅₂ O	26
68	邻苯二甲酸二丁酯	dibutyl phthalate	C ₁₆ H ₂₂ O ₄	26

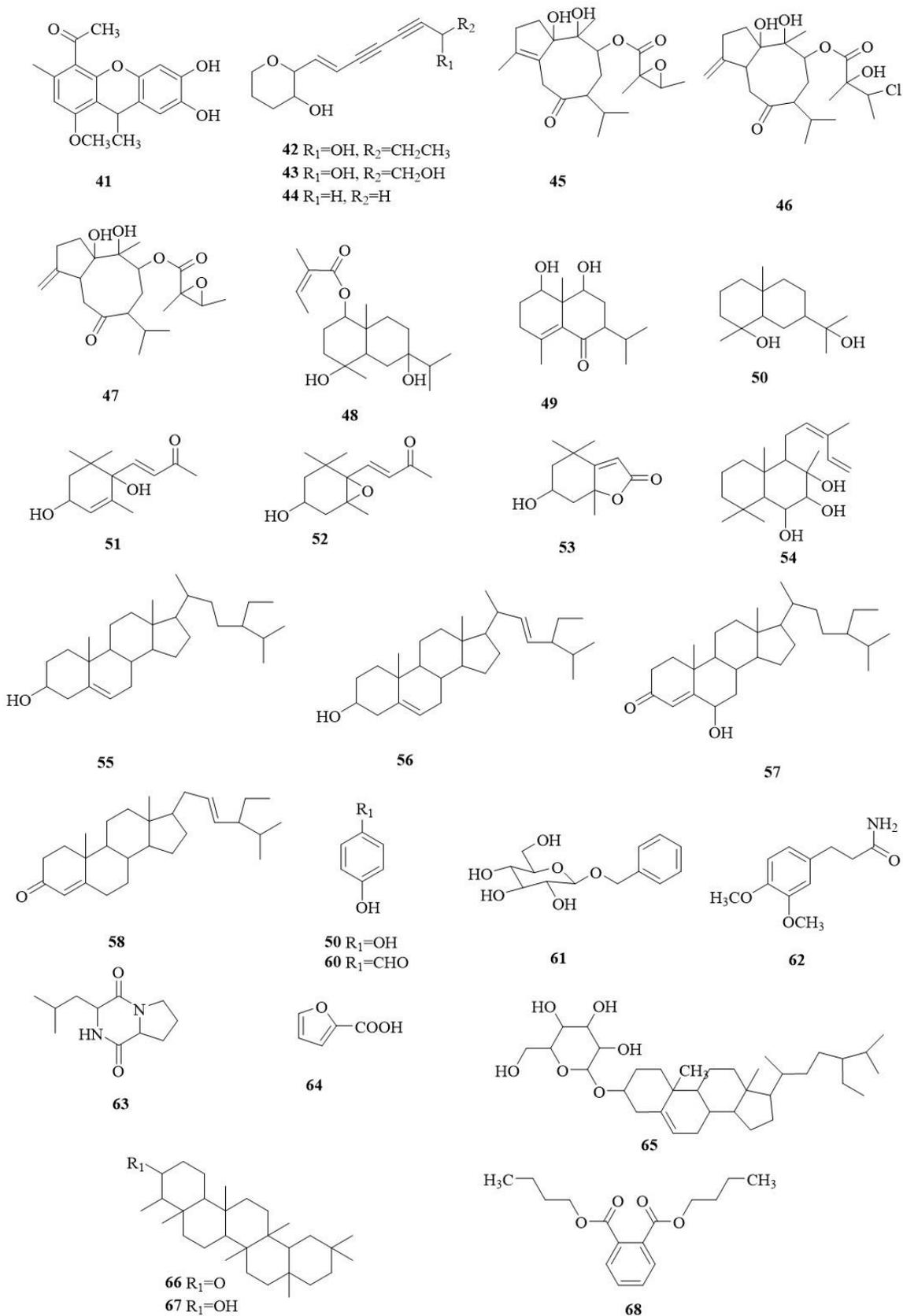


图3 滇桂艾纳香中其他类化合物结构

Fig. 3 Structures of other compounds in *Blumeae Ripariae Herba*

表 5 滇桂艾纳香中挥发性成分
Table 5 Volatile constituents from *Blumeae Ripariae Herba*

编号	化合物	英文名称	分子式	文献
69	2-甲基丙醛	isobutyraldehyde	C ₄ H ₈ O	32
70	正丁醛	butyraldehyde	C ₄ H ₈ O	32
71	正己醛	N-hexanal	C ₆ H ₁₂ O	32
72	(E)-2-己烯醛	trans-2-hexenal	C ₆ H ₁₀ O	32
73	(Z)-2-己烯醛	(2Z)-hexenal	C ₆ H ₁₀ O	32
74	(E, E)-2,4-己二烯醛	(E, E)-2,4-hexadienal	C ₆ H ₈ O	32
75	3-环己烯甲醛	3-cyclohexene-1-carboxaldehyde	C ₇ H ₁₀ O	32
76	沉香醇	linalool	C ₁₀ H ₁₈ O	32
77	4-乙基-2-甲基苯甲醚	4-ethyl-1-methoxy-2-methylbenzene	C ₁₀ H ₁₄ O	32
78	1-苯基-1,2-丙二酮	1-phenyl-1,2-propanedione	C ₉ H ₈ O ₂	32
79	γ-榄香烯	γ-elemene	C ₁₅ H ₂₄	32
80	α-葑烯	α-cubebene	C ₁₅ H ₂₄	32
81	2-甲基-3-苯基-2-丙烯醛	alpha-methylcinnamaldehyde	C ₁₀ H ₁₀ O	32
82	古巴烯	copaene	C ₁₅ H ₂₄	32
83	γ-依兰油烯	γ-muurolene	C ₁₅ H ₂₄	32
84	异长叶烯	isolongifolene	C ₁₅ H ₂₄	32
85	香木兰烯	aromadendrene	C ₁₅ H ₂₄	32
86	β-葑烯	β-cubebene	C ₁₅ H ₂₄	32
87	1,2,4a,5,6,8a-六氢-4,7-二甲基-1-(1-甲基)-萘	1,2,4a,5,6,8a-hexahydro-4,7-dimethyl-1-(1-methylethyl)-naphthalene	C ₁₅ H ₂₄	32
88	顺-α-没药烯	cis-α-bisabolene	C ₁₅ H ₂₄	32
89	异喇叭烯	isolekene	C ₁₅ H ₂₄	32
90	大叶香烯 D	germacrene D	C ₁₅ H ₂₄	32
91	α-法尼烯	α-farnesene	C ₁₅ H ₂₄	32
92	(+)-环异酒甾烯	(+)-isosativene	C ₁₅ H ₂₄	32
93	六氢-4,7-二甲基-1-(1-异丙基)-萘	α-muurolene	C ₁₅ H ₂₄	32
94	γ-杜松烯	γ-cadinene	C ₁₅ H ₂₄	32
95	杜松-1,4-二烯	1,4-cadindiene	C ₁₅ H ₂₄	32
96	α-衣兰油烯	α-muurolene	C ₁₅ H ₂₄	32
97	环氧石竹烯	(-)-β-caryophyllene epoxide	C ₁₅ H ₂₄	32
98	环氧化(2)-香橙烯	oxide-(2) aromadendrene	C ₁₅ H ₂₄	32
99	环氧化丁香烯	caryophyllene epoxide	C ₁₅ H ₂₄ O	32
100	2-(4-甲基-1-环己烯)-1-丙醇	2-(4-methyl-1-cyclohexene)-1-propanol	C ₁₀ H ₁₈ O	32
101	斯巴醇	spathulenol	C ₁₅ H ₂₄ O	32
102	香橙烯	aromadendrene	C ₁₅ H ₂₆	32
103	α-布藜烯	α-bulnesene	C ₁₅ H ₂₄	32
104	α-布藜烯	α-bulnesene	C ₁₅ H ₂₄	32
105	α-杜松醇	α-cadinol	C ₁₅ H ₂₄ O	32
106	异-杜松醇	tau-cadinol	C ₁₅ H ₂₆ O	32
107	反-长松香芹醇	trans-longipinocarveol	C ₁₅ H ₂₄ O	32

续表 5

编号	化合物	英文名称	分子式	文献
108	十八烷醛	stearaldehyde	C ₁₈ H ₃₆ O	32
109	(E, E)-3,7,11-三甲基-2,6,10-十二烷三烯醛	farnesal	C ₁₅ H ₂₄ O	32
110	2-甲基-4-(2,6,6-三甲基-环己烯-1-基)-2-烯-丁醇	2-methyl-4-(2,6,6-trimethyl-2-cyclohexen-1-yl)-3-butenal	C ₁₅ H ₂₄ O	32
111	绒白乳菇二醇	vellerdiol	C ₁₅ H ₂₄ O ₂	32
112	4-甲基二十二烷	4-methyldodecane	C ₂₃ H ₄₈	32
113	5,9,13-三甲基-4,8,12-十四烷三醛	5,9,13-trimethyl-4,8,12-tetradecane trialdehyde	C ₁₇ H ₂₈ O	32
114	6,10,14-三甲基-2-十五烷酮	6,10,14-trimethyl-2-pentadecanone	C ₁₈ H ₃₆ O	32
115	新植二烯	7,11,15-trimethyl-3-methylidene-hexadec-1-ene	C ₂₀ H ₃₈	32
116	十四烷基环氧乙烷	1,2-epoxy-hexadecane	C ₁₆ H ₃₂ O	32
117	十八炔	octadecyne	C ₁₈ H ₃₄ O	32
118	十六烷酸甲酯	methyl hexadecanoate	C ₁₇ H ₃₄ O ₂	32
119	2,5-十八碳二炔酸甲酯	2,5-octadecadiynoic acid	C ₁₉ H ₃₀ O ₂	32
120	正十六烷酸	palmitic acid	C ₁₆ H ₃₂ O ₂	32
121	17-三十五碳烯	pentatriacont-17-ene	C ₃₅ H ₇₀	32
122	3,8-二甲基十一烷	3,8-dimethylundecane	C ₁₃ H ₂₈	32
123	镰叶芹醇	falcarinol	C ₁₇ H ₂₄ O	32
124	二十二烷烯	docosane	C ₂₂ H ₄₄	32
125	11,14-二十碳二烯酸甲酯	methyl 11,14-eicosadienoate	C ₂₁ H ₃₈ O ₂	32
126	11,14,17-二十碳三烯酸甲酯	methyl cis-11,14,17-eicosatrienoate	C ₂₁ H ₃₆ O ₂	32
127	叶绿醇	phytol	C ₂₀ H ₄₀ O	32
128	2-(苯基亚甲基)-辛醛	2-(phenylmethylene)-octanal	C ₁₇ H ₂₄ O	32
129	2-辛基十二烷醇	2-octyl-1-dodecanol	C ₂₀ H ₄₂ O	32
130	2Z,6E-法呢醇	2Z,6E-farnesol	C ₁₅ H ₂₆ O	32
131	二十六烷	hexacosane	C ₂₆ H ₅₄	32
134	苯乙酮	acetophenone	C ₈ H ₈ O	32
135	β-芳樟醇	β-linalool	C ₁₀ H ₁₈ O	32
136	壬醛	nonanal	C ₉ H ₁₈ O	32
137	2-壬烯醛	2-nonenal	C ₉ H ₁₆ O	32
138	3,5-二甲氧基甲苯	3,5-dimethoxytoluene	C ₉ H ₁₂ O ₂	33
139	壬酸	nonanoic acid	C ₉ H ₁₈ O ₂	33
140	4-羟基-3-甲基苯乙酮	4'-hydroxy-3'-methylacetophenone	C ₉ H ₁₀ O ₂	33
141	1-甲氧基-4-(1-异丙烯基)苯	1-methoxy-4-(1-isopropenyl) benzene	C ₁₀ H ₁₂ O	33
142	5-(2-异丙烯基)-1,3-苯并间二氧杂环戊烯	safrole	C ₁₀ H ₁₀ O ₂	33
143	(E, E)-2,4-癸二烯醛	(E,E)-2,4-decadienal	C ₁₀ H ₁₆ O	33
145	α-库比烯	α-bergamotene	C ₁₅ H ₂₄	33
146	1,2-二氢-1,1,6-三甲基萘	1,2-dihydro-1,1,6-trimethynaphthalene	C ₁₃ H ₁₆	33
147	依兰烯	(-)-alpha-copaene	C ₁₅ H ₂₄	33
148	4,11,11-三甲基-8-亚甲基双环[7.2.0]十一烷	4,11,11-trimethyl-8-methylidenebicyclo[7.2.0]undec	C ₁₅ H ₂₄	33
149	大根香叶酮	germacrone	C ₁₅ H ₂₂ O	33
150	τ-衣兰油烯	τ-muurolene	C ₁₅ H ₂₄	33
151	1-(1,5-二甲基-4-己烯)-4-甲基苯	1-(1,5-dimethyl-4-hexenyl)-4-methyl-benzene	C ₁₅ H ₂₂	33
152	丁子香烯氧化物	caryophyllene oxide	C ₁₅ H ₂₄ O	33
153	库比醇	cubenol	C ₁₅ H ₂₆ O	33
154	—	longiverbenone	C ₁₅ H ₂₂ O	33
155	α-甜没药醇	α-bisabolol	C ₁₅ H ₂₆ O	33
156	十四醛	tetradecanal	C ₁₁ H ₂₀ O ₂	33
157	马兜铃烯环氧化物	aristolene epoxide	C ₁₅ H ₂₄ O	33
158	香芹酮	carvone	C ₁₀ H ₁₄ O	33
159	6,10,14-三甲基-2-十五(烷)酮	6,10,14-trimethylpentadecan-2-one	C ₁₈ H ₃₆ O	33
160	邻苯二甲酸二异丁基酯	diisobutyl phthalate	C ₁₆ H ₂₂ O ₄	33
161	十五酸	pentadecanoic acid	C ₁₅ H ₃₀ O ₂	33

续表 5

编号	化合物	英文名称	分子式	文献
162	金合欢基丙酮	farnesylacetone	C ₁₈ H ₃₀ O	33
163	α-蒎烯	α-pinene	C ₁₀ H ₁₆	34
164	莜烯	camphene	C ₁₀ H ₁₆	34
165	β-蒎烯	β-pinene	C ₁₀ H ₁₆	34
166	1-辛烯-3-醇	1-octen-3-ol	C ₈ H ₁₆ O	34
167	3-辛酮	3-octanone	C ₈ H ₁₆ O	34
168	3-辛醇	3-octanol	C ₈ H ₁₈ O	34
169	柠檬烯	cinene	C ₁₀ H ₁₆	34
170	苯甲醇	benzyl alcohol	C ₇ H ₈ O	34
171	(E,E)2,4-癸二烯醛	(E,E)2,4-decadienal	C ₁₀ H ₁₆ O	34
172	顺-罗勒烯	β-cis-ocimene	C ₁₀ H ₁₆	34
173	反-β-罗勒烯	β-trans-ocimene	C ₁₀ H ₁₆	34
174	芳樟醇氧化物	linalool oxide	C ₁₀ H ₁₈ O ₂	34
175	苯乙醇	phenethyl alcohol	C ₈ H ₁₀ O	34
176	菊烯酮	chrysanthenone	C ₁₀ H ₁₄ O	34
177	L-龙脑	L-(-)-borneol	C ₁₀ H ₁₈ O	34
178	4-异丙基苯甲醛	cuminaldehyde	C ₁₀ H ₁₂ O	34
179	紫苏醛	(-)-perillaaldehyde	C ₁₀ H ₁₄ O	34
180	乙酸龙脑酯	bornyl acetate	C ₁₂ H ₂₀ O ₂	34
181	百里酚	thymol	C ₁₀ H ₁₄ O	34
182	紫苏子醇	(+)-perillyl alcohol terpene standard	C ₁₀ H ₁₆ O	34
183	δ-古芸烯	δ-curjunene	C ₁₅ H ₂₄	34
184	丁香香酚	eugenol	C ₁₀ H ₁₂ O ₂	34
185	α-古芸烯	α-curjunene	C ₁₅ H ₂₄	34
186	β-石竹烯	β-caryophyllene	C ₁₅ H ₂₄	34
187	百里氢醌二甲醚	thymohydroquinone dimethyl ether	C ₁₂ H ₁₈ O ₂	34
188	α-石竹烯	α-caryophyllene	C ₁₅ H ₂₄	34
189	δ-杜松烯	(+)-delta-cadinene	C ₁₅ H ₂₄	34
190	榄香醇	(1S,2S,4R)-(-)-alpha,alpha-dimethyl-1-vinyl-O-menth-8-ene-4-methanol	C ₁₅ H ₂₆ O	34
191	喇叭茶醇	ledol	C ₁₅ H ₂₆ O	34
192	橙花叔醇	nerolidol	C ₁₅ H ₂₆ O	34
193	石竹烯氧化物	caryophyllene oxide	C ₁₅ H ₂₄ O	34
194	愈创木醇	(-)-guaiol	C ₁₅ H ₂₆ O	34
195	10-表-γ-桉叶油醇	10-epi-γ-eudesmol	C ₁₅ H ₂₆ O	34
196	γ-桉叶油醇	γ-eudesmol	C ₁₅ H ₂₆ O	34
197	α-桉叶油醇	α-eudesmol	C ₁₅ H ₂₆ O	34

滇桂艾纳香有升高大鼠血浆中血栓素 A₂ (thromboxane A₂, TXA₂) 含量, 降低前列环素 (prostaglandin I₂, PGI₂) 的含量, 且升高 TXA₂/PGI₂ 的作用, 升高血液中 TXA₂/PGI₂ 的值, 可以促进血小板粘附、聚集, 收缩血管, 达到止血的目的; 通过观测滇桂艾纳香提取物对大鼠血浆凝血酶原时间的影响, 发现滇桂艾纳香能通过激活组织中的凝血因子, 发挥止血作用^[42]。在基于反向传播 (back propagation, BP) 人工神经网络分析滇桂艾纳香止血作用谱效关系研究中, 考察了滇桂艾纳香对华法林化大鼠凝血的影响, 结果表明滇桂艾纳香具有良好的止血活性^[43]。

3.2 对子宫平滑肌作用

研究表明^[42, 44-45], 滇桂艾纳香能够增强在、离体子宫平滑肌的收缩强度, 减少子宫出血; 通过观察滇桂艾纳香对子宫内部形态的影响, 发现滇桂艾纳香可以促进蜕膜的排除, 修复炎症细胞及出血部位, 有利于子宫上皮及子宫内膜的修复, 促进药物流产后大鼠子宫的恢复, 减少出血。

3.3 镇痛、抗炎作用

姜建萍^[42]研究发现滇桂艾纳香水提液可明显抑制二甲苯致小鼠耳廓肿胀以及角叉菜胶诱发的大鼠足坏肿胀, 并能使微血管周围渗血减少或消失, 降低小鼠腹腔毛细血管通透性, 研究表明滇桂艾纳

香对炎症早期的渗出和肿胀有拮抗作用。申璐等^[46]发现高浓度的滇桂艾纳香具有镇痛和抗炎作用；高浓度滇桂艾纳香水提液镇痛效果次于阿司匹林，抗炎效果与阿司匹林相当。梁红等^[47]采用热板法和扭体法观察滇桂艾纳香水提取物的镇痛作用，实验结果表明滇桂艾纳香水提取物能明显抑制醋酸导致的扭体次数。

3.4 肝保护及其他作用

屠兴荣等^[48]研究发现，滇桂艾纳香水提取物对四氯化碳(CCl₄)诱导肝细胞损伤小鼠模型具有明显的拮抗作用，该作用存在量效正相关，且高浓度的滇桂艾纳香水提取物与临床保肝药物水飞蓟宾对肝细胞结构和功能保护的效果相当。研究表明^[49]，丙二醛含量间接反映机体组织细胞受到自由基攻击而发生脂质过氧化的严重程度，高浓度滇桂艾纳香组能抵抗 CCl₄ 对肺组织细胞的损伤，增加肺组织细胞的超氧化物歧化酶(superoxide dismutase, SOD)活性，增强肺组织清除氧自由基的能力。

4 Q-Marker 的预测分析

依据 Q-Marker 的定义和科学内涵，Q-Marker 应具有有效、特有、传递与溯源、可测和处方配伍的五要素^[50]。为更好的评价滇桂艾纳香药材质量，根据文献调研结果，结合滇桂艾纳香在有效成分传递与溯源研究和处方配伍研究稍显不足的现状，针对特有性、有效性、可测性、可入血成分对滇桂艾纳香药材 Q-Marker 进行预测分析，为建立滇桂艾纳香药材的质量控制方法及质量溯源体系提供参考依据。

4.1 基于化学成分特有性相关证据的 Q-Marker 预测分析

4.1.1 植物亲缘关系与化学成分特异性 滇桂艾纳香为菊科管状花亚科 Carduoideae 旋覆花族 Inuleae 阔苞菊亚族 Plucheinae 艾纳香属植物，除艾纳香属外，本属具有药用价值的还有六棱菊属、阔苞菊属和戴星草属。六棱菊属主要含有黄酮类和倍半萜类化学成分^[51]，阔苞菊属主要含有倍半萜类、黄酮类和聚炔类化合物^[52]，戴星草属主要含有黄酮类和内酯类化合物^[53-54]。艾纳香属的化学成分与其他属所含有的化学成分差异较大，主要含有酚酸类、黄酮类、挥发油、萜类等化学成分^[55]。艾纳香 *B. balsamifera* (L.) DC. 为同属易混淆植物，作为艾片的来源植物，挥发油和萜类成分是其成分^[56-57]；

同属其他药用植物如馥芳艾纳香、节节红等主要含有黄酮类、挥发油及萜类化合物^[55,58-59]，说明滇桂艾纳香与艾纳香属其他植物的化学成分上有较显著区别，酚酸类成分为滇桂艾纳香区别于同属其他药用植物的特异性成分。因此，根据以上分析，滇桂艾纳香中的酚酸类成分可认为是其特异性成分，可以作为滇桂艾纳香 Q-Marker 筛选的重要参考。

4.1.2 特异性化学成分生源途径 次生代谢产物是植物在长期的进化过程中对环境的适应结果，在植物中的形成和分布通常有种属、器官组织以及生长发育期的特异性，通过对滇桂艾纳香酚酸类成分生源途径分析，有助于研究滇桂艾纳香中特有性化学成分^[60]。与艾纳香属其他植物相比，酚酸类成分是滇桂艾纳香的主要成分，主要包括咖啡酸、绿原酸、异绿原酸 A、异绿原酸 B、异绿原酸 C 等，苯丙氨酸(phenylalanine)是它们的共同生源前体。苯丙氨酸在苯丙氨酸解氨酶的作用下转化为肉桂酸(cinnamic acid)，肉桂酸在多次氧化反应后生成咖啡酸和原儿茶酸；在羟基桂皮酰辅酶 A 羟基桂皮酰转移酶(hydroxycinnamoyl CoA quinate hydroxycinnamoyl transferase, HQT)的作用下形成绿原酸，随后通过在 2 个绿原酸分子之间转移咖啡酸分子将绿原酸转化为异绿原酸^[61-64]，生源关系见图 4。

相对于咖啡酸和绿原酸，异绿原酸 A、异绿原酸 B、异绿原酸 C 处于生源途径的下游位置，这 3 种成分的特异性更好，且从 3 种成分的量来看，异绿原酸 A、异绿原酸 B、异绿原酸 C 均为滇桂艾纳香的主要成分，因此，可考虑作为滇桂艾纳香 Q-Marker 筛选的重要参考。

4.2 基于化学成分与有效性相关证据的 Q-Marker 预测分析

滇桂艾纳具有活血、止血、利水的功效，可用于治疗经期提前、产后血崩、产后浮肿、不孕症、阴疮。研究发现^[40,65]，滇桂艾纳香的主要成分咖啡酸、绿原酸及其衍生物具有减少凝血时间、止血、增强离体子宫收缩强度和收缩频率等作用^[40]，其乙酸乙酯部位(主要含有酚酸类化合物)具有很好的止血活性^[42]，水溶性多糖具有明显增加小鼠离体子宫收缩频率，降低凝血时间等作用^[66]。上述分析表明，酚酸类成分与滇桂艾纳香止血功效密切相关，因此，酚酸类成分可作为 Q-Marker 的选择参考。

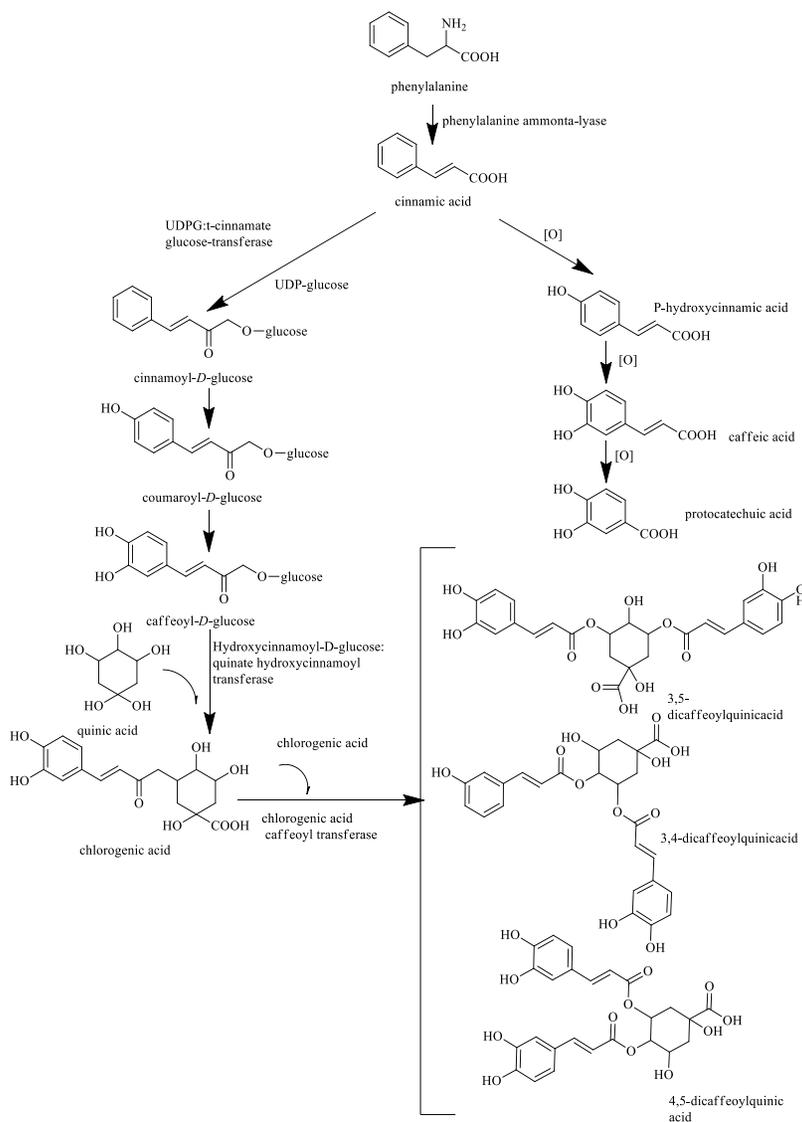


图 4 滇桂艾纳香中酚酸类化合物生源途径^[61-63]

Fig. 4 Biosynthesis path of phenolic acids in *Blumeae Ripariae Herba*^[61-63]

4.3 基于化学成分可测性的 Q-Marker 预测分析

化学成分的可测性是 Q-Marker 筛选的基础条件之一。目前，普遍应用于中药质量控制的含量测定方法是 HPLC 法。林雀跃等^[22]建立了滇桂艾纳香的 HPLC 指纹图谱，从中指认了异绿原酸 A、异绿原酸 B、异绿原酸 C，虽未进行含量测定研究，但从指纹图谱可以看出，异绿原酸 B 和异绿原酸 A 是指纹图谱中峰高最高的成分，异绿原酸 C 峰高较低，3 种成分分离度均较好，具备可测性的条件。除此之外，还有多项研究采用 HPLC 法测定滇桂艾纳香中原儿茶酸、咖啡酸、绿原酸 3 种酚酸类成分和黄酮类成分芦丁的含量^[23-24,35-37]，但这 4 种成分在大多数药材中均存在，故不考虑作为 Q-Marker 的参考。因此，基于化学成分可测性角度，

异绿原酸 A、异绿原酸 B、异绿原酸 C 在滇桂艾纳香中含量高、具备准确测定的条件，可作为 Q-Marker 的选择参考。

4.4 基于可入血成分的 Q-Marker 预测分析

机体代谢药物使其达到一定的血药浓度并透过体内生物屏障到达作用靶位才能发挥药效作用^[67-68]。因此，通过初步分析滇桂艾纳香主要成分在体内的吸收情况有助于筛选质控指标。尽管未检索到滇桂艾纳香的体内代谢或血清药物化学研究，但滇桂艾纳香的主要成分异绿原酸 A、异绿原酸 B、异绿原酸 C 在代谢研究方面已有较好的研究基础。异绿原酸 A 在大鼠回肠吸收较好，在肠、肝均有代谢，绝对生物利用度为 30%左右，在大鼠体内代谢快、半衰期短，符合线性动力学过程^[69-70]。

李云^[71]在研究异绿原酸 B 在大鼠体内的代谢产物发现,在大鼠尿液、血浆、粪便中检测到包含原型成分在内的 21 个代谢产物;另有研究表明,5~20 mg/kg 剂量范围内的异绿原酸 B 在大鼠体内呈非线性的药动学特征^[72]。詹美榕等^[73]研究了异绿原酸 C 在大鼠体内的代谢,结果从血浆中检测到 15 种代谢产物,从尿液中检测到 16 种代谢产物。上述文献调研结果表明,滇桂艾纳香的主要化学成分异绿原酸 A、异绿原酸 B、异绿原酸 C 可被机体吸收,且具有一定的生物利用度,可作为 Q-Marker 的选择参考。

5 结语

滇桂艾纳香作为广西重点壮药材品种,在广西尤其是百色地区有悠久的药用历史,具有良好的临床疗效。滇桂艾纳香作为活血、止血的良药,其功效与物质基础密不可分,尽管研究显示滇桂艾纳香的功效与其酚酸类成分密切相关,但滇桂艾纳香中的主要酚酸类成分异绿原酸 A、异绿原酸 B、异绿原酸 C 也并非其特有性成分,在菊科其他属、其他科植物或是蔬菜水果中都有发现^[74-76],对于基础研究较为薄弱的民族药材来说,如何提高特异性不足的 Q-Marker 的专属性是可以考虑的研究方向。例如, Yang 等^[77]对清上焦热的枯芩和清下焦热的子芩进行代谢组学研究发现,虽然枯芩和子芩均是黄芩,化学成分组成相似,但二者生长年限不同,药效也不同,枯芩和子芩药效上的差异是由于主要药效成分峰面积的比例不同,而且这些成分的峰面积比例可作为区别枯芩和子芩的指标之一。因此,可推测滇桂艾纳香中异绿原酸 A、异绿原酸 B、异绿原酸 C 的含量比例或许可作为滇桂艾纳香化学成分特异性不足的 Q-Marker 专属性补充,该假设为滇桂艾纳香 Q-Marker 及质量评价体系的进一步研究提供思路。

本文在对滇桂艾纳香化学成分和药理活性研究现状进行总结的基础上,结合中药 Q-Marker 的核心理论、思想,根据滇桂艾纳香化学成分的特有性、有效性、可测性、可入血成分四方面进行分析,对滇桂艾纳香的 Q-Marker 进行初步筛选,为滇桂艾纳香质量评价系统研究、建立更科学完善的质量控制体系提供了思路和参考。

利益冲突 所有作者均声明不存在利益冲突

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

七十五卷) [M]. 北京: 科学出版社, 1978: 236.

- [2] 广西壮族自治区卫生厅. 广西中药材标准. (第二册) [S]. 1996: 274-278.
- [3] 广西壮族自治区食品药品监督管理局. 广西壮族自治区中药饮片炮制规范 (2007 年版) [M]. 南宁: 广西科学技术出版社, 2007: 375.
- [4] 刘昌孝. 中药质量标志物(Q-Marker): 提高中药质量标准及质量控制理论和促进中药产业科学发展 [J]. 中草药, 2019, 50(19): 4517-4518.
- [5] 马小兵, 吕露阳, 王甜甜, 等. 多基原藏药材“美多罗米”中质量标志物的初步预测及分析 [J]. 中草药, 2019, 50(2): 310-314.
- [6] 刘昌孝, 陈士林, 肖小河, 等. 中药质量标志物(Q-Marker): 中药产品质量控制的新概念 [J]. 中草药, 2016, 47(9): 1443-1457.
- [7] 天等县革命委员会中草药物领导小组办公室. 天等县民间常用中草药处方汇编(第一集) [M]. 1969: 91.
- [8] 百色专区革委会中草药方编写组. 百色地区常用中草药方选(第一册) [M]. 百色: 百色专区革委会中草药方编写组, 1970: 414.
- [9] 广西植物研究所. 广西植物名录第二册双子叶植物 [M]. 南宁: 广西植物研究所, 1971: 622.
- [10] 广西壮族自治区革命委员会卫生局. 广西本草选编《上册》 [M]. 南宁: 广西人民出版社, 1974: 925.
- [11] 广西医药研究所药用植物园. 广西医药研究所药用植物园 药用植物名录 [M]. 南宁: 广西医药研究所药用植物园, 1974: 924-925.
- [12] 中国科学院北京植物研究所. 中国高等植物图鉴-第四册 [M]. 北京: 科学出版社, 1975: 451-454.
- [13] 江苏省植物研究所. 新华本草纲要-第三册 [M]. 上海: 上海科学技术出版社, 1990: 290.
- [14] 邹节明. 广西特色中草药资源选编 [M]. 北京: 科学出版社, 2011: 23.
- [15] 邓家刚. 桂本草(第二卷) [M]. 北京: 科学出版社, 2013: 444-446.
- [16] 湖南省食品药品监督管理局. 湖南省中药材标准(2009年版) [M]. 长沙: 湖南科技出版社, 2010: 29.
- [17] 广西壮族自治区卫生厅. 广西中药材标准 (第二册) [S]. 1996: 274-278.
- [18] 广西壮族自治区食品药品监督管理局. 广西壮族自治区一壮药质量标准 [M]. 南宁: 广西科学技术出版社, 2008: 196-197.
- [19] 广西壮族自治区食品药品监督管理局. 广西壮族自治区中药饮片炮制规范: 2007 年版 [M]. 南宁: 广西科学技术出版社, 2007: 125.
- [20] 湖南省食品药品监督管理局. 湖南省中药饮片炮制规范 (2010 年版) [M]. 长沙: 湖南科学技术出版社, 2010: 317.

- [21] 宁小清, 李耀华, 谈远锋, 等. 不同采收月份壮药白花九里明中 3 种化学成分含量测定 [J]. 中国中药杂志, 2011, 36(12): 1623-1625.
- [22] 林雀跃, 张荣林, 甘勇强, 等. 壮药材滇桂艾纳香及其易混品种东风草和高艾纳香比较研究 [J]. 中国药事, 2020, 34(2): 169-183.
- [23] 姜建萍, 王美琪, 马雯芳, 等. 基于多种分析模式构建壮药滇桂艾纳香 HPLC 指纹图谱 [J]. 中药材, 2018, 41(1): 124-128.
- [24] 姜建萍, 王美琪, 马雯芳, 等. HPLC-DAD 波长转换法同时测定不同产地滇桂艾纳香中 4 种成分的含量 [J]. 中国实验方剂学杂志, 2018, 24(3): 72-76.
- [25] 曹家庆. 滇桂艾纳香的化学成分研究 [D]. 沈阳: 沈阳药科大学, 2007.
- [26] 陈美安, 姜建萍, 马雯芳. 滇桂艾纳香乙酸乙酯部位化学成分研究 [J]. 广西师范大学学报: 自然科学版, 2020, 38(6): 82-87.
- [27] 郑丹, 张晓琦, 王英, 等. 滇桂艾纳香地上部分的化学成分 [J]. 中国天然药物, 2007, 5(6): 421-424.
- [28] 许子竞, 刘茜, 舒群威, 等. 滇桂艾纳香多糖的分离纯化及单糖组成分析 [J]. 湖南师范大学自然科学学报, 2017, 40(1): 65-70.
- [29] 许子竞, 林翠梧, 廖敏富. 新的滇桂艾纳香寡糖 BROS 结构分析 [J]. 有机化学, 2011, 31(11): 1811-1819.
- [30] 李倩, 黄丽, 林翠梧, 等. 滇桂艾纳香中氨基酸的提取工艺研究 [J]. 时珍国医国药, 2010, 21(3): 659-661.
- [31] Huang L, Lei T, Lin C, *et al.* Blumeaxanthene II, a novel xanthene from *Blumea riparia* DC. [J]. *Fitoterapia*, 2010, 81(5): 389-392.
- [32] 王治平, 孟祥平, 樊化, 等. 滇桂艾纳香挥发油化学成分的 GC-MS 分析 [J]. 中草药, 2005, 36(8): 236.
- [33] 马芝玉, 林翠梧, 黄克建, 等. 滇桂艾纳香茎和叶中挥发性化学成分的 HS-SPME-GC-MS 分析 [J]. 中山大学学报: 自然科学版, 2009, 48(1): 46-50.
- [34] 董伟. 滇桂艾纳香超临界萃取物成分分析及在卷烟中的应用 [J]. 食品工业, 2009, 30(2): 55-56.
- [35] 黄园, 廖厚知, 梁月钊, 等. HPLC 法测定滇桂艾纳香片中原儿茶酸的含量 [J]. 广州化工, 2012, 40(19): 99-100, 148.
- [36] 蒋冰清, 罗盛东. HPLC 法测定滇桂艾纳香中原儿茶酸和原儿茶醛的含量 [J]. 黑龙江农业科学, 2015(3): 120-122.
- [37] 雷婷, 林翠梧, 陈海燕, 等. 反相高效液相色谱法测定滇桂艾纳香中绿原酸的含量 [J]. 时珍国医国药, 2008, 19(9): 2073-2074.
- [38] 王美琪, 姜建萍, 马雯芳, 等. 多成分综合评分法优化滇桂艾纳香提取工艺 [J]. 中国医院药学杂志, 2018, 38(16): 1690-1693.
- [39] Leelakittisin Benjakarn, 蒋伟哲, 黄兴振. 滇桂艾纳香的高效液相色谱指纹图谱鉴别方法的研究 [J]. 中国临床新医学, 2014, 7(5): 407-410.
- [40] 那袭雪, 宁小清, 张文涛, 等. 壮药白花九里明提取物中咖啡酸含量测定及对子宫平滑肌作用 [J]. 中药药理与临床, 2019, 35(3): 71-74.
- [41] 姜建萍, 陈晨, 蓝仁青, 等. 滇桂艾纳香不同提取物凝血作用的比较研究 [J]. 中国实验方剂学杂志, 2010, 16(1): 104-106.
- [42] 姜建萍. 壮药滇桂艾纳香止血效应的实验研究 [D]. 长沙: 湖南中医药大学, 2010.
- [43] 马雯芳, 王美琪, 姜建萍, 等. 基于 BP 人工神经网络分析滇桂艾纳香止血作用谱效关系 [J]. 中成药, 2020, 42(6): 1543-1548.
- [44] 姜建萍, 陈美安, 马雯芳, 等. 滇桂艾纳香对动物离体及在体子宫平滑肌作用的影响 [J]. 时珍国医国药, 2013, 24(2): 312-313.
- [45] 青桂玲, 潘海涛, 韦菊柳, 等. 大头艾纳香提取液对小白鼠离体子宫收缩活动的影响 [J]. 右江民族医学院学报, 2011, 33(6): 755-757.
- [46] 申璐, 刘桂彪, 黄文飞, 等. 白花九里明镇痛和抗炎效果的实验研究 [J]. 当代医学, 2018, 24(6): 1-3.
- [47] 梁红, 申俊杰, 宁天, 等. 壮药白花九里明水提取物镇痛镇静作用的研究 [J]. 广西中医药, 2017, 40(3): 73-76.
- [48] 屠兴荣, 韦国宾, 王彩冰, 等. 壮药白花九里明对保护肝细胞结构与功能的研究 [J]. 中外医学研究, 2020, 18(9): 1-3.
- [49] 欧庾婷, 王彩冰, 韦显林, 等. 白花九里明提取液对肺损伤小鼠肺组织超氧化物歧化酶、丙二醛表达的影响 [J]. 广西医学, 2020, 42(4): 454-456.
- [50] 刘昌孝. 中药质量标志物 (Q-Marker) 研究发展的 5 年回顾 [J]. 中草药, 2021, 52(9): 2511-2518.
- [51] 周长新, 吴迪瑶, 李湘萍, 等. 六棱菊属植物研究进展 [J]. 中国中药杂志, 2006, 31(14): 1133-1140.
- [52] 邱蕴绮, 漆淑华, 张偲. 阔苞菊属植物化学成分与药理活性研究进展 [J]. 中草药, 2008, 39(7): 1101-1105.
- [53] Consolacion Y R. Constituents of *Sphaeranthus africanus* Linn. of the family Asteraceae [J]. *Internat J Adv Materials Chem Physics*, 2015, 1(1): 2197-2200.
- [54] 乔卫. 绒毛戴星草中两个新的桉烷内酯类化合物 [J]. 国外医药: 植物药分册, 2008, 23(2): 76.
- [55] 谢月英, 谢朋飞, 黄宝优, 等. 艾纳香属植物化学成分及药理活性研究概况 [J]. 中国现代中药, 2016, 18(8): 1071-1076, 1083.
- [56] 秦晋颖, 谢晓林, 赵元, 等. 一测多评法同时测定艾纳香油中 5 种成分 [J]. 中成药, 2020, 42(2): 381-385.
- [57] 王秋萍, 何珺, 马海霞, 等. HPLC-RID 同时测定艾纳香叶中左旋樟脑、左旋龙脑及异龙脑含量 [J]. 中华中

- 医药杂志, 2017, 32(3): 1267-1270.
- [58] 梁爽, 朱华, 谢凤凤. 馥芳艾纳香全草的化学成分研究 [J]. 中药材, 2018, 41(7): 1626-1628.
- [59] 李秋萍, 姚彩云, 吴玲玲, 等. 节节红化学成分研究 [J]. 中国现代中药, 2019, 21(5): 572-576.
- [60] 张铁军, 许浚, 韩彦琪, 等. 中药质量标志物(Q-Marker)研究: 延胡索质量评价及质量标准研究 [J]. 中草药, 2016, 47(9): 1458-1467.
- [61] Rhodes M J C, Woollorton L S C. The enzymic conversion of hydroxycinnamic acids to *p*-coumarylquinic and chlorogenic acids in tomato fruits [J]. *Phytochemistry*, 1976, 15(6): 947-951.
- [62] Villegas R J, Kojima M. Purification and characterization of hydroxycinnamoyl *D*-glucose. Quinate hydroxycinnamoyl transferase in the root of sweet potato, *Ipomoea batatas* Lam [J]. *J Biol Chem*, 1986, 261(19): 8729-8733.
- [63] 匡海学. 中药化学 [M]. 北京: 中国中医药出版社, 2003: 17-19.
- [64] 徐晓兰. 灵芝三萜和金银花绿原酸生物合成途径关键酶基因的挖掘及分析 [D]. 北京: 北京协和医学院, 2013: 18.
- [65] Huang L, Lin C, Li A, *et al.* Pro-coagulant activity of phenolic acids isolated from *Blumea riparia* [J]. *Nat Prod Commun*, 2010, 5(8): 1263-1266.
- [66] 廖敏富, 林翠梧, 黄丽, 等. 滇桂艾纳香水溶性多糖 BRP-B 的分离纯化及止血活性 [J]. 应用化学, 2011, 28(1): 83-87.
- [67] 李翎熙, 陈迪路, 周小江. 玄参化学成分、药理活性研究进展及其质量标志物分析预测 [J]. 中成药, 2020, 42(9): 2417-2426.
- [68] 任伟光, 张翠英. 五味子的研究进展及质量标志物(Q-Marker)的预测分析 [J]. 中草药, 2020, 51(11): 3110-3116.
- [69] 黄丽花, 王桂香, 钟运鸣, 等. 基于大鼠原位单向肠-肝血管灌注模型研究异绿原酸 A 的代谢 [J]. 广东药学院学报, 2015, 31(4): 427-431.
- [70] 程漩格, 王素军, 曾洁, 等. 异绿原酸 A 在大鼠体内的生物利用度和药物代谢动力学 [J]. 中国实验方剂学杂志, 2015, 21(16): 79-82.
- [71] 李云. 基于 LC-HR-MSⁿ 的小儿清解颗粒成分分析与体内代谢研究 [D]. 北京: 北京中医药大学, 2016.
- [72] Xin L. Rapid and sensitive HPLC-MS/MS method for quantitative determination of isochlorogenic acid B in rat plasma and its application in pharmacokinetic study [J]. *J Chin Pharm Sci*, 2019, 28(3): 167-173.
- [73] 詹美榕, 贾益群, 陈龙, 等. 基于 LC-MS 分析 4,5-二咖啡酰奎宁酸在大鼠血浆和尿液中的代谢产物 [J]. 中国中药杂志, 2020, 45(2): 391-397.
- [74] 万鹏, 陈贵杰, 彭宇佳, 等. 冬青苦丁茶中二咖啡酰奎宁酸降低炎症水平并调节小鼠肠道菌群[A]. // 中国食品科学技术学会第十六届年会暨第十届中美食品业高层论坛论文摘要集 [C]. 北京: 中国食品科学技术学会, 2019: 2.
- [75] 吴蓓, 李军茂, 黄小方, 等. UHPLC-MS/MS 法同时测定杏香兔耳风中 13 种成分的含量 [J]. 中草药, 2020, 51(15): 4025-4031.
- [76] 朱文卿, 任汉书, 徐美霞, 等. 咖啡酰奎宁酸类化合物的生物学活性及提高其生物利用度技术研究进展 [J]. 食品科学, 2021, 42(3): 321-329.
- [77] Yang Z W, Xu F, Liu X, *et al.* An untargeted metabolomics approach to determine component differences and variation in their *in vivo* distribution between Kuqin and Ziqin, two commercial specifications of *Scutellaria Radix* [J]. *RSC Adv*, 2017, 7(86): 54682-54695.

[责任编辑 时圣明]