

# 艾纳香化学成分及药理活性的研究进展<sup>△</sup>

范东生<sup>1\*</sup>, 李玲<sup>1</sup>, 王可可<sup>2</sup>, 胡玉洁<sup>1,2</sup>, 黄健<sup>1</sup>, 周婵媛<sup>3</sup>, 阮靖华<sup>1</sup>, 张文龙<sup>1,2#</sup>(1. 贵州中医药大学第一附属医院药学部, 贵阳 550001; 2. 贵州中医药大学药学院, 贵阳 550025; 3. 贵阳学院化学与材料工程学院, 贵阳 550005)

中图分类号 R932 文献标志码 A 文章编号 1001-0408(2022)10-1274-07

DOI 10.6039/j.issn.1001-0408.2022.10.20



**摘要** 艾纳香为菊科艾纳香属多年生草本或亚灌木植物, 是中药艾片、民族药艾纳香油的唯一基原。艾纳香含有挥发油、黄酮类、倍半萜类、苯丙素等化学成分, 具有抗菌、抗炎、镇痛、治疗烧烫伤、抑制神经炎症和抗氧化等药理作用。本文通过对艾纳香国内外研究文献进行查阅和整理, 对其化学成分和药理活性进行总结, 以期为艾纳香的深入研究和开发利用提供参考。

**关键词** 艾纳香; 化学成分; 药理活性; 综述

## Research progress on chemical constituents and pharmacological activities of *Blumea balsamifera*

FAN Dongsheng<sup>1</sup>, LI Ling<sup>1</sup>, WANG Keke<sup>2</sup>, HU Yujie<sup>1, 2</sup>, HUANG Jian<sup>1</sup>, ZHOU Chanyuan<sup>3</sup>, RUAN Jinghua<sup>1</sup>, ZHANG Wenlong<sup>1, 2</sup> (1. Dept. of Pharmacy, the First Affiliated Hospital of Guizhou University of Traditional Chinese Medicine, Guiyang 550001, China; 2. College of Pharmacy, Guizhou University of Traditional Chinese Medicine, Guiyang 550025, China; 3. College of Chemistry and Materials Engineering, Guiyang University, Guiyang 550005, China)

**ABSTRACT** *Blumea balsamifera* belonging to *Blumea* of Compositae family is a perennial herb or subshrub, which is the only source of Traditional Chinese medicine Aipian and ethnic medicine essential oil of *B. balsamifera*. *B. balsamifera* contains volatile oil, flavonoids, sesquiterpenoids, phenylpropanoids, etc., and shows antibacterial, anti-inflammatory, analgesic, treating burns and scalds, neuroprotective and antioxidant effects, etc. In this paper, the chemical constituents and pharmacological activities are summarized by reviewing the domestic and foreign research literatures, and it is expected to provide a reference for the in-depth research and development and utilization of *B. balsamifera*.

**KEYWORDS** *Blumea balsamifera*; chemical constituents; pharmacological activity; review

艾纳香 *Blumea balsamifera* (L.) DC. 为菊科艾纳香属多年生草本或亚灌木植物, 主产于我国贵州、云南、广西、广东、福建等地, 是一种重要的药用植物<sup>[1]</sup>。艾纳香在苗族、壮族、黎族等少数民族地区有悠久的历史, 其不同的加工品具有不同的功效: 艾纳香新鲜或干燥地上部分被称为艾纳香、大风艾等, 味辛、微苦, 性温, 具有祛风除湿、温中止泻、活血解毒的功效, 可用于治疗风寒感冒、头痛、风湿痹痛、寒湿泻痢、跌扑伤痛等<sup>[2]</sup>; 其新

鲜叶经提取加工制成的结晶为艾片, 味辛、苦, 性微寒, 归心、脾、肺经, 具有开窍醒神、清热止痛的功效, 可用于治疗热病神昏、痉厥、中风痰厥、气郁暴厥、中恶昏迷、目赤、口疮、咽喉肿痛、耳道流脓等<sup>[3]</sup>; 艾片精制过程中所得油状物被称为艾纳香油, 其味辛、微苦, 性微寒, 具有清热解毒、消肿止痛、止痒的功效, 可用于治疗咽喉肿痛、口疮、烧伤、烫伤、皮肤损伤及蚊虫叮咬等<sup>[2]</sup>。艾片和艾纳香油是咽康含片、金喉健喷雾剂、咽立爽口含滴丸、复方一枝黄花喷雾剂、万金香气雾剂、心胃止痛胶囊等中成药的重要组成。另外, 因艾纳香独特的芳香气味和烧烫伤治疗作用, 其还被广泛应用于化妆品领域。因此, 以艾纳香为原料的新产品不断涌现, 具有创造更多经济效益和社会效益的潜力。目前, 艾纳香相关综述已有报道<sup>[4-5]</sup>, 本文在此基础上, 进一步对艾纳香国内外最新研究进行查阅和整理, 依据化合物类型对其化学成分进行汇总,

<sup>△</sup> 基金项目: 贵州省科技计划项目(No. 黔科合支撑[2021]一般259, No. 黔科合LH字[2017]7146号); 贵州省“十四五”中医药、民族医药重点学科建设项目[No. QZYYZDXK(JS)-2021-03]

\* 副主任药师, 硕士生导师, 博士。研究方向: 中药、民族药的物质基础、作用机制和质量控制。E-mail: fands0508@hotmail.com

# 通信作者: 教授, 硕士生导师, 博士。研究方向: 中药、民族药的资源、栽培和分子生物学。电话: 0851-85636454。E-mail: 168063624@qq.com

并对其提取物、部位及单一化学成分的药理活性研究进展进行总结, 以期为艾纳香的深入研究和开发利用提供参考。

## 1 化学成分

艾纳香含有多种化学成分, 包括挥发油、黄酮类、萜类、苯丙素类、甾体类等, 其中挥发油、黄酮类和倍半萜类成分的含量最为丰富, 为艾纳香的主要化学成分。

### 1.1 挥发油

挥发油又称精油, 是存在于植物中的一类具有芳香气味、可随水蒸气蒸馏出来而又与水不相混溶的挥发性油状成分的总称。国内外学者采用气相色谱-质谱法从艾纳香中分离得到90多个挥发性成分, 主要成分包括(一)-龙脑、反式石竹烯、 $\gamma$ -桉叶油醇、 $\alpha$ -桉叶油醇、花椒油素、石竹烯氧化物、樟脑等<sup>[5-8]</sup>。由于产地、采收时间、提取方式等不同, 艾纳香中挥发性成分的种类虽有相似, 但具体成分的含量存在一定差异<sup>[9-12]</sup>。

### 1.2 黄酮类

黄酮类成分是艾纳香的主要成分之一, 与其药理活性密切相关<sup>[13-14]</sup>。目前, 学者从艾纳香的不同部位中共分离得到49个黄酮类化合物, 包括二氢黄酮类(化合物1~7)、二氢黄酮醇类(化合物8~17)、黄酮类(化合物18~23)、黄酮醇类(化合物24~42)、黄烷醇类(化合物43)、查尔酮类(化合物44、45)、紫檀素类(化合物46、47)和黄酮二聚体(化合物48、49)<sup>[15-34]</sup>, 其中化合物5、11~13在艾纳香中含量较高<sup>[35]</sup>。艾纳香中的黄酮类化合物见表1。

### 1.3 倍半萜类

目前, 从艾纳香中共分离得到49个倍半萜类化合物, 包括愈创木烷型(化合物50~81)、吉马烷型(化合物82~85)、桉烷型(化合物86~92)、石竹烯衍生物(化合物93、94)和其他倍半萜类(化合物95~98)<sup>[16-18, 20, 28, 36-44]</sup>。其中, 愈创木烷型是艾纳香中主要的倍半萜类成分, 化合物71~79在C6、C10处出现环氧桥<sup>[18, 28, 41-42]</sup>, 化合物80、81在C8、C12处形成内酯<sup>[17]</sup>。此外, 该类化合物具有多个手性碳, 化合物56、66、67、71、95、98的绝对构型根据电子圆二色谱(electrostatic circular dichroism, ECD)数据确定<sup>[37, 41]</sup>, 化合物97的绝对构型根据X射线单晶衍射数据确定<sup>[42]</sup>。艾纳香中的倍半萜类化合物见表2。

### 1.4 半萜类

从艾纳香中分离得到5个半萜化合物(化合物99~103), 其中化合物101~103为半萜苷<sup>[28, 41, 45]</sup>。艾纳香中的半萜类化合物见表2。

### 1.5 二萜类

迄今为止, 学者从艾纳香中共分离得到5个半日花烷二萜(化合物104~108)<sup>[37, 40-41]</sup>, 其中化合物108为双

表1 艾纳香中的黄酮类化合物

编号	化合物名称	部位	文献来源
1	北美圣草素	叶	[15]
2	北美圣草素-7-甲醚	叶	[16]
3	甘草素	茎、叶	[17]
4	5,7,3',5'-四羟基二氢黄酮	地上部分	[18]
5	艾纳香素	地上部分	[18]
6	(2S)-5,7,2',5'-四羟基二氢黄酮	地上部分	[19,21]
7	异半皮桉苷	地上部分	[20]
8	(2R,3R)-5-甲氧基-3,5,7,2'-四羟基二氢黄酮	地上部分	[19,21]
9	(2R,3R)-7,5'-二甲氧基-3,5,2'-三羟基二氢黄酮	地上部分	[22]
10	5,4'-二羟基-3,7,3'-三甲氧基二氢黄酮	茎、叶	[23]
11	(2R,3R)-二氢槲皮素-4'-甲醚	叶	[24-25]
12	(2R,3R)-二氢槲皮素-4',7-二甲醚	叶	[24]
13	7-甲氧基紫杉叶素	枝、叶	[14,25-26]
14	3,3',5,5',7-五羟基二氢黄酮	枝、叶	[26]
15	二氢槲皮素	叶	[25]
16	(2R,3S)-(-)-4'-甲氧基二氢槲皮素	地上部分	[27]
17	5,7,3',4'-tetrahydroxy-2-methoxy-3,4-flavandione 3-hydrate	枝、叶	[28]
18	木犀草素	叶	[15]
19	木犀草素-7-甲醚	叶	[14,16]
20	velutin	叶	[16]
21	5,4'-二羟基-7-甲氧基-黄酮	茎、叶	[23]
22	香叶木素	枝、叶	[26]
23	金圣草素	枝、叶	[26]
24	槲皮素	地上部分	[18,27]
25	商路素	叶	[29]
26	桉柳黄素	叶	[25,30]
27	鼠李素	叶	[29]
28	3,5,7-三羟基-3',4'-二甲氧基黄酮	枝、叶	[32]
29	3,5-二羟基-3',4',7-三甲氧基黄酮	枝、叶	[26]
30	7,5'-二甲氧基-3,5,2'-三羟基黄酮	地上部分	[19,21]
31	chrysoptenol C	枝、叶	[26]
32	金丝桃苷	枝、叶	[32]
33	槲皮素-3'-甲氧基-3-O- $\beta$ -D-半乳糖吡喃糖苷	枝、叶	[32]
34	异槲皮苷	枝、叶	[32]
35	ayanin	叶	[16]
36	槲皮素-3,7,3'-三甲醚	叶	[16]
37	华良姜素	茎、叶	[17]
38	槲皮素-3,7-二甲醚	叶	[14,16]
39	槲皮素-3,3',4'-三甲醚	地上部分	[27,31]
40	4',5,7-三羟基-3,3'-二甲氧基黄酮	叶	[25,32]
41	槲皮素-3,4'-二甲醚	叶	[16]
42	3',4',5,7-四羟基-3-甲氧基黄酮	枝、叶	[32]
43	儿茶酚	地上部分	[18]
44	davidigenin	地上部分	[18]
45	davidioside	地上部分	[18]
46	甘草醇	茎、叶	[17]
47	异甘草醇	茎、叶	[17]
48	3-O-7''-biluteolin	叶	[33]
49	7,4',4''-tri-O-methylamentoflavone	地上部分	[34]

表2 艾纳香中的萜类成分

编号	化合物名称	部位	文献来源
50	blumeane A	地上部分	[18]
51	blumeane B	地上部分	[18]
52	blumeane C	地上部分	[18]
53	blumeane D	地上部分	[18]
54	blumeane E	地上部分	[18]
55	blumeane F	地上部分	[18,36]

—:未命名

续表2

编号	化合物名称	部位	文献来源
56	blumpene B	地上部分	[37]
57	blumeaene K	叶	[38]
58	epiblumeaene K	叶	[39]
59	blumeaene E1	叶	[38]
60	blumeaene E2	叶	[38]
61	blumeaene L	叶	[38]
62	blumeaene M	叶	[38]
63	balsamiferine E	地上部分	[42]
64	balsamiferine F	地上部分	[42]
65	balsamiferine G	地上部分	[42]
66	blumpene C	地上部分	[37]
67	blumpene D	地上部分	[37]
68	blumeaene G	地上部分	[18]
69	—	叶	[16]
70	blumeaene N	叶	[36]
71	balsamiferine N	叶	[41]
72	balsamiferine O	叶	[41]
73	blumeaene I	地上部分	[18]
74	blumeaene J	地上部分	[18]
75	blumeaene H	地上部分	[18]
76	balsamiferine H	地上部分	[42]
77	balsamiferine I	地上部分	[42]
78	balsamiferine J	地上部分	[42]
79	balsamiferine K	枝、叶	[28]
80	inuchinenolide B	茎、叶	[17]
81	neogallardin	茎、叶	[17]
82	blumealactone A	叶	[43]
83	blumealactone B	叶	[43]
84	blumealactone C	叶	[43]
85	—	叶	[16]
86	cryptomeridiol	叶	[44]
87	balsamiferine D	地上部分	[37,42]
88	samboginone	叶	[38]
89	balsamiferine B	地上部分	[42]
90	balsamiferine C	地上部分	[42]
91	1 $\beta$ ,4 $\beta$ ,7 $\alpha$ -trihydroxyeudesmane	枝、叶	[28]
92	6,15 $\alpha$ -epoxy-1 $\beta$ ,4 $\beta$ -dihydroxyeudesmane	枝、叶	[28]
93	$\beta$ -caryophyllene-8R,9R-oxide	叶	[39]
94	(4R,5R)-4,5-dihydroxycaryophyll-8(13)-ene	地上部分	[37]
95	balsamiferine P	叶	[41]
96	balsamiferine Q	叶	[41]
97	balsamiferine A	地上部分	[42]
98	balsamiferine R	叶	[41]
99	2,6-dimethyl-octa-1,7-diene-3,6-diol	叶	[41]
100	(-)-borneol	叶	[45]
101	balsamiferoside B	枝、叶	[28]
102	(1S,2R,4S)-borneol- $\beta$ -D-glucopyranoside	枝、叶	[28]
103	(-)-angelicoidenol 2-O- $\beta$ -D-glucopyranoside	枝、叶	[28]
104	blumpene A	地上部分	[37]
105	(7S,12Z)-12,14-labdadiene-7,8-diol	地上部分	[37]
106	austroinulin	叶	[41]
107	sterebin P1	地上部分	[37]
108	sterebin A	叶	[40]
109	熊果酸	地上部分	[20]
110	熊果酸内酯	地上部分	[20]

降二萜<sup>[40]</sup>, 化合物 105 的绝对构型参考 ECD 数据确定<sup>[37]</sup>。艾纳香中的二萜类化合物见表 2。

## 1.6 三萜类

周立强等<sup>[20]</sup>从艾纳香地上部分分离得到 2 个乌苏烷型三萜类化合物 109、110, 具体见表 2。

## 1.7 苯丙素类

从艾纳香中分离得到 14 个简单苯丙素类化合物(化合物 111~124)和 1 个香豆素类化合物(化合物 125)<sup>[14,17,20,28,40,46]</sup>, 其中简单苯丙素类化合物以酯或苷的形式存在。艾纳香中的苯丙素类化合物见表 3。

表3 艾纳香中的苯丙素类化合物

编号	化合物名称	部位	文献来源
111	3,5-O-二咖啡酰奎尼酸乙酯	叶	[46]
112	3,5-O-二咖啡酰奎尼酸甲酯	叶	[46]
113	3,4-O-二咖啡酰奎尼酸甲酯	叶	[46]
114	3,4-O-二咖啡酰奎尼酸	叶	[46]
115	3,5-O-二咖啡酰奎尼酸	叶	[46]
116	1,3,5-O-三咖啡酰奎尼酸	叶	[46]
117	咖啡酸乙酯	叶	[40]
118	反式对羟基桂皮酸	叶	[40]
119	咖啡酸二十二酯	茎、叶	[17]
120	咖啡酸	叶	[14]
121	丹参素甲酯	地上部分	[20]
122	balsamiferoside A	枝、叶	[28]
123	eugenyl-O- $\beta$ -D-glucoside/citrusin C	叶	[40]
124	4-allyl-2,6-dimethoxyphenol glucoside	叶	[40]
125	6,7-二羟基香豆素	叶	[40]

## 1.8 其他

从艾纳香中分离得到甾体类化合物, 包括 $\beta$ -谷甾醇(化合物 126)<sup>[15]</sup>、豆甾醇(化合物 127)<sup>[15]</sup>、胡萝卜苷(化合物 128)<sup>[34]</sup>、过氧麦角甾醇(化合物 129)<sup>[20]</sup>、4,22-二烯-3-酮豆甾烷(化合物 130)<sup>[47]</sup>, 还分离得到了花椒油素(化合物 131)<sup>[20]</sup>、2,4-二羟基-6-甲氧基苯乙酮(化合物 132)<sup>[32]</sup>、5,7-二羟基色原酮(化合物 133)<sup>[32]</sup>、对羟基苯甲酸(化合物 134)<sup>[34]</sup>、龙胆酸(化合物 135)<sup>[34]</sup>、植物醇(化合物 136)<sup>[34]</sup>、ichthyothereol acetate(化合物 137)<sup>[44]</sup>、 $\beta$ -胡萝卜素(化合物 138)<sup>[44]</sup>、叶黄素(化合物 139)<sup>[44]</sup>、原儿茶醛(化合物 140)<sup>[40]</sup>、原儿茶酸(化合物 141)<sup>[40]</sup>、蚱蜢酮(化合物 142)<sup>[40]</sup>、双(4-羟苄基)醚(化合物 143)<sup>[39]</sup>、3-(hydroxyethyl)indole(化合物 144)<sup>[40]</sup>、三十一烷(化合物 145)<sup>[47]</sup>等化合物。

## 2 药理活性

### 2.1 抗菌

研究发现, 艾纳香提取物和挥发油具有抗细菌和真菌的作用: 艾纳香正己烷提取物对阴沟肠杆菌和金黄色葡萄球菌有抑制作用, 最低抑菌浓度(minimum inhibitory concentration, MIC)分别为 4.8、9.6 mg/mL; 艾纳香二氯甲烷提取物对阴沟肠杆菌也有抑制作用, MIC 为 9.6

mg/mL;艾纳香挥发油对蜡样芽孢杆菌、金黄色葡萄球菌、白色念珠菌有较强的抑制作用, MIC 分别为 0.15、1.2、1.2 mg/mL<sup>[48]</sup>。艾纳香挥发油可破坏金黄色葡萄球菌细胞膜的完整性,改变其细胞膜的通透性,抑制细菌核酸和蛋白质合成,还可引起氨基酸代谢紊乱,影响各种酶的活性和物质的转运<sup>[49]</sup>。闻庆等<sup>[50]</sup>研究发现,艾纳香残渣提取物具有较好的体外抗菌活性,其三氯甲烷萃取物对大肠埃希菌和乙型溶血性链球菌有较显著的抑制作用。袁媛等<sup>[14]</sup>从艾纳香乙酸乙酯部位分离得到 7 个黄酮类化合物,其中化合物 13 和 19 对金黄色葡萄球菌有较强的抑制作用。上述研究表明,艾纳香提取物和挥发油均具有抗细菌和真菌的作用。

## 2.2 抗炎和镇痛

体内实验表明,艾纳香油可显著抑制二甲苯所致小鼠耳廓肿胀,减少醋酸所致小鼠扭体次数,降低二甲苯所致鼠耳炎症组织中前列腺素 E<sub>2</sub> 的含量,增强小鼠血清中超氧化物歧化酶的活性<sup>[51-52]</sup>。体外实验表明,艾纳香油可明显改善脂多糖致 RAW264.7 巨噬细胞的形态变化,并减少细胞凋亡;同时,其可显著抑制细胞炎症因子(白细胞介素 1 $\beta$ 、肿瘤坏死因子 $\alpha$ 、白细胞介素 6)和炎症介质(前列腺素 E<sub>2</sub>、白三烯 B<sub>4</sub>、一氧化氮)的释放及诱导型一氧化氮合酶的表达,下调细胞中白细胞介素 1 $\beta$ 、肿瘤坏死因子 $\alpha$  mRNA 以及 5-脂氧合酶、磷酸化 p65、胞质核因子 E2 相关因子 2(nuclear factor erythroid 2-related factor 2, Nrf2)蛋白的表达,上调细胞中血红素氧合酶 1、Nrf2 蛋白的表达,且上述作用呈剂量依赖性<sup>[53]</sup>。此外,艾纳香油还可显著抑制核因子 $\kappa$ B 信号通路中白细胞分化抗原 14、Toll 样受体 4、髓样分化初级应答基因 88、NOD 样受体热蛋白结构域相关蛋白 3 炎症小体的表达<sup>[8]</sup>。蔡亚玲等<sup>[54]</sup>发现,(一)-芳樟醇、反式石竹烯是艾纳香油中重要的抗炎成分,能抑制细胞炎症因子和炎症介质的释放和表达。由此可见,艾纳香油具有抗炎和镇痛作用,其抗炎作用与调控 Nrf2/血红素氧合酶 1 信号通路、抑制核因子 $\kappa$ B 信号通路、抑制 NOD 样受体热蛋白结构域相关蛋白 3 炎症小体激活有关。

## 2.3 治疗烧烫伤

烧烫伤是指由热、光、电、放射线以及化学物质等作用所造成的组织损伤,主要指皮肤和/或黏膜损伤,严重者可伤及皮下和/或黏膜组织,如肌肉、骨、关节甚至内脏,是最常见且极其复杂的外伤疾病之一<sup>[55]</sup>。有研究表明,艾纳香油可明显加快大鼠深 II 度烫伤创面处的表皮脱落,降低烫伤创面组织的含水量,能在烫伤初期提高大鼠血浆中超氧化物歧化酶的活性并降低丙二醛的含量,抑制血浆中白细胞介素 1 和肿瘤坏死因子 $\alpha$ 的释放,

升高创面组织中羟脯氨酸的水平,还可显著增加组织中碱性成纤维细胞生长因子、血管内皮生长因子和转化生长因子 $\beta$ 的表达,进而促进皮肤胶原纤维的形成,最终达到加速烫伤创面愈合的效果<sup>[55-56]</sup>。艾纳香油还可有效缓解紫外光辐射引起的小鼠皮肤红斑和表皮增厚,减轻辐射对细胞和组织的损伤,升高小鼠血清中超氧化物歧化酶的活性和皮肤中谷胱甘肽的含量,降低丙二醛、8-羟基脱氧鸟苷、白细胞介素 6、白细胞介素 10、肿瘤坏死因子 $\alpha$ 和核因子 $\kappa$ B 的水平,抑制 p53 和增殖细胞核抗原的表达,促进损伤皮肤的愈合,其机制与抗氧化、减轻炎症反应有关<sup>[57-59]</sup>。艾纳香总黄酮也可促进大鼠皮肤创伤愈合,作用机制与增加不同愈合阶段血管内皮生长因子、转化生长因子 $\beta$ 的表达水平和羟脯氨酸的含量有关<sup>[13]</sup>。上述研究表明,艾纳香挥发油和总黄酮均具有促进烧伤或创伤皮肤愈合的作用。

## 2.4 抑制神经炎症

Ma 等<sup>[37]</sup>研究发现, blumpene A(化合物 104)、(7S, 12Z)-12, 14-labdadiene-7, 8-diol(化合物 105)、balsamiferine D(化合物 87)均能显著抑制小胶质细胞 BV-2 产生一氧化氮,其半数抑制浓度(median inhibitory concentration, IC<sub>50</sub>)分别为 15.4、17.9、22.7  $\mu$ mol/L。Xu 等<sup>[42]</sup>研究发现化合物 87、64、65、78 也能显著抑制 BV-2 细胞产生一氧化氮,其 IC<sub>50</sub> 分别为 22.7、26.6、5.4、38.0  $\mu$ mol/L。上述研究表明,艾纳香中倍半萜类和二萜类成分具有抑制神经炎症的作用。

## 2.5 抗癌

Norikura 等<sup>[60]</sup>研究发现,艾纳香甲醇提取物对大鼠肝癌细胞 McA-RH7777 和人肝癌细胞 HepG2 的增生具有抑制作用,可通过降低细胞周期蛋白 E 的表达和视网膜母细胞瘤抑制蛋白的磷酸化水平而诱导细胞 G<sub>1</sub> 期阻滞,同时还能降低增殖诱导配体的表达水平,但对正常细胞没有毒性。黄火强等<sup>[61]</sup>研究发现,艾纳香二氯甲烷提取物能使 Lewis 肺癌小鼠体内的肿瘤细胞明显减少,还可下调血管内皮生长因子和肿瘤坏死因子 $\alpha$ 的表达并抑制肿瘤组织新生血管的生成。胡永等<sup>[36]</sup>研究发现,化合物 70 对人宫颈癌细胞 HeLa、人乳腺癌细胞 MCF-7、人肺癌细胞 A549、人胃癌细胞 MGC-803、人结肠癌细胞 COLO-205 均有抑制作用,其中对 HeLa 细胞的 IC<sub>50</sub> 为 48.73  $\mu$ mol/L;该研究指出,化合物 55 对人乳腺癌细胞 MCF-7 也有抑制作用,其 IC<sub>50</sub> 为 91.18  $\mu$ mol/L。上述研究表明,艾纳香提取物及倍半萜类成分对肿瘤细胞有一定毒性作用

## 2.6 降血糖

Xia 等<sup>[62]</sup>研究发现,艾纳香提取挥发油后的水溶液

(BBW)和提取挥发油后药渣的醇提取物的乙酸乙酯萃取物(BBE)对 $\alpha$ -葡萄糖苷酶具有抑制作用,IC<sub>50</sub>分别为0.18、0.75 mg/mL,作用与阿卡波糖(IC<sub>50</sub>=0.74 mg/mL)相似或更优。胡永等<sup>[25]</sup>从艾纳香叶中分离得到9个黄酮类化合物,其中化合物11、13、15、26、40均对 $\alpha$ -葡萄糖苷酶具有抑制作用。此外,艾纳香水和甲醇提取物对蛋白酪氨酸磷酸酶1B也具有抑制作用,其IC<sub>50</sub>分别为2.26、5.73  $\mu$ g/mL;从艾纳香甲醇提取物中分离到的化合物93能呈剂量依赖性地抑制蛋白酪氨酸磷酸酶1B,IC<sub>50</sub>为25.8  $\mu$ mol/L<sup>[39,63]</sup>。上述研究表明,艾纳香提取物具有一定的降血糖作用。

## 2.7 抗氧化

艾纳香中黄酮类和多酚类是其抗氧化的主要成分<sup>[64-66]</sup>。胡永等<sup>[25]</sup>研究发现,艾纳香中的化合物26具有较强的抗氧化能力,其IC<sub>50</sub>为0.88  $\mu$ g/mL,与阳性药维生素C(IC<sub>50</sub>=0.60  $\mu$ g/mL)相当。由此可见,艾纳香具有一定的抗氧化活性。

## 2.8 抗肥胖

Kubota等<sup>[67]</sup>研究发现,艾纳香醇提物能抑制小鼠脂肪细胞3T3-L1的分化和脂质的积累,降低3-磷酸甘油脱氢酶的活性,下调关键脂肪生成转录因子过氧化物酶体增殖物激活受体 $\gamma$ 、CCAAT-增强子结合蛋白、瘦素的表达,诱导脂联素的上调,但不会影响3T3-L1细胞的活力,可见艾纳香醇提物具有明显的抗肥胖作用。

## 2.9 抗病毒

Xiong等<sup>[41]</sup>首次从艾纳香中发现抗甲型流感病毒(H3N2)的化合物95和96,其IC<sub>50</sub>分别为46.23、38.49  $\mu$ g/mL,安全指数分别为3.0和3.6。

## 2.10 其他

Nguyen等<sup>[27]</sup>研究发现,艾纳香中黄酮类化合物对黄嘌呤氧化酶具有抑制作用且呈浓度依赖性,其中化合物16、24、39均表现出较强的抑制作用,其IC<sub>50</sub>分别为0.23、1.91、1.28  $\mu$ mol/L。Osaki等<sup>[16]</sup>研究发现,化合物38、19对纤溶酶具有抑制作用,其IC<sub>50</sub>分别为1.5、2.3  $\mu$ mol/L。

## 3 结语

艾纳香在我国少数民族地区有悠久的历史,且是中药艾片和民族药艾纳香油的唯一基原。目前,从艾纳香中分离和鉴定出诸多倍半萜类化合物,但其生物活性研究较少,建议可借助网络药理学和现代分子生物学手段对该类成分进行活性预测,为其深入研究及开发提供参考。近年来,研究人员对艾纳香挥发油和总黄酮治疗烧烫伤以及抗菌的作用机制进行了多方面探讨,并取得了一定进展,建议可加快烧烫伤新药、功能性护肤品和化妆品等的开发,以促进艾纳香产业的高质量发展。

## 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:第五十八卷[M].北京:科学出版社,1979:19.
- [2] 贵州省药品监督管理局.贵州省中药材、民族药材质量标准:2003年版[S].贵阳:贵州科技出版社,2003:118-119.
- [3] 国家药典委员会.中华人民共和国药典:一部[S].2020年版.北京:中国医药科技出版社,2020:90.
- [4] MOHD K S,RAZALI N A M. *Blumea balsamifera* Linn DC: a review on traditional uses, phytochemical composition and pharmacological properties[J]. Biosci Res, 2020, 17(SI-1):71-80.
- [5] PANG Y X,WANG D,FAN Z W,et al. *Blumea balsamifera*: a phytochemical and pharmacological review[J]. Molecules, 2014, 19(7):9453-9477.
- [6] WANG Y H,ZHANG Y R. Variations in compositions and antioxidant activities of essential oils from leaves of Luodian *Blumea balsamifera* from different harvest times in China[J]. PLoS One, 2020, 15(6):e0234661.
- [7] WANG Y H,YU X Y. Biological activities and chemical compositions of volatile oil and essential oil from the leaves of *Blumea balsamifera*[J]. J Essent Oil Bear Plants, 2018, 21(6):1511-1531.
- [8] LIAO J M,XIE X Y,WANG W L, et al. Anti-inflammatory activity of essential oil from leaves of *Blumea balsamifera* (L.) DC through inhibiting TLR4/NF- $\kappa$ B signaling pathways and NLRP3 inflammasome activation in LPS-induced RAW264.7 macrophage cells[J]. J Essent Oil Bear Plants, 2021, 24(2):160-176.
- [9] YUAN Y,HUANG M,PANG Y X, et al. Variations in essential oil yield, composition, and antioxidant activity of different plant organs from *Blumea balsamifera* (L.) DC. at different growth times[J]. Molecules, 2016, 21(8):1024.
- [10] 陈前祎,曹春月,王鲁,等. HPLC法同时测定艾纳香油中7个成分的含量[J]. 中药材, 2020, 43(9):2189-2193.
- [11] 陈宝雯,钱一鑫,周黎亚,等. GC法同时测定艾纳香油中6种成分的含量[J]. 中国药房, 2019, 30(22):3049-3052.
- [12] WANG Y,WANG A,TIAN H, et al. Determination of (-)-borneol, camphor and isoborneol in *Blumea balsamifera* (L.) DC. leaves by simultaneous ultrasonic and microwave assisted extraction and gas chromatography[J]. Asian J Chem, 2014, 26(4):997-1001.
- [13] PANG Y X,ZHANG Y,HUANG L Q, et al. Effects and mechanisms of total flavonoids from *Blumea balsamifera* (L.) DC. on skin wound in rats[J]. Int J Mol Sci, 2017, 18(12):2766.
- [14] 袁媛,庞玉新,元超.艾纳香乙酸乙酯部位抗菌活性成分

- 研究[J].热带作物学报,2018,39(6):1195-1199.
- [15] 赵金华,康晖,姚光辉,等.艾纳香化学成分研究[J].中草药,2007,38(3):350-352.
- [16] OSAKI N, KOYANO T, KOWITHAYAKORN T, et al. Sesquiterpenoids and plasmin-inhibitory flavonoids from *Blumea balsamifera*[J]. J Nat Prod, 2005, 68(3):447-449.
- [17] 黄火强,丁福荣,李璞,等.彝族“黄药”艾纳香化学成分[J].中国实验方剂学杂志,2014,20(21):106-108.
- [18] CHEN M, QIN J J, FU J J, et al. Blumeanes A-J, sesquiterpenoid esters from *Blumea balsamifera* with NO inhibitory activity[J]. Planta Med, 2010, 76(9):897-902.
- [19] BARUAH N C, SHARMA R P, THYAGARAJAN G, et al. New flavonoids from *Inula cappa*[J]. Phytochemistry, 1979, 18(12):2003-2006.
- [20] 周立强,熊燕,陈俊磊,等.艾纳香地上部分化学成分及其抗氧化与酪氨酸酶抑制活性研究[J].天然产物研究与开发,2021,33(7):1112-1120.
- [21] GOSWAMI A C, BARUAH R N, SHARMA R P, et al. Germacranolides from *Inula cappa*[J]. Phytochemistry, 1984, 23(2):367-372.
- [22] BARUA N C, SHARMA R P. (2R, 3R) -7, 5'-dimethoxy-3, 5, 2'-trihydroxyflavanone from *Blumea balsamifera*[J]. Phytochemistry, 1992, 31(11):4040.
- [23] 黄永林,朱廷春,文永新,等.艾纳香化学成分的分离与鉴定[J].广西植物,2010,30(4):560-562,567.
- [24] RUANGRUNGSI N, TAPPAYUTHPIJARN P, TANTIVATANA P, et al. Traditional medicinal plants of Thailand: I : isolation and structure elucidation of two new flavonoids, (2R, 3R) -dihydroquercetin-4'-methyl ether and (2R, 3R) -dihydroquercetin-4', 7-dimethyl ether from *Blumea balsamifera*[J]. J Nat Prod, 1981, 44(5):541-545.
- [25] 胡永,李亚男,李霞,等.艾纳香中的黄酮类化合物及其抗氧化与 $\alpha$ -葡萄糖苷酶抑制活性研究[J].天然产物研究与开发,2018,30(11):1898-1903.
- [26] 严启新,谭道鹏,康晖,等.艾纳香中的黄酮类化学成分[J].中国实验方剂学杂志,2012,18(5):86-89.
- [27] NGUYEN M T T, NGUYEN N T. Xanthine oxidase inhibitors from Vietnamese *Blumea balsamifera* L[J]. Phytother Res, 2012, 26(8):1178-1181.
- [28] HANH T T H, HANG L T T, HUONG GIANG V, et al. Chemical constituents of *Blumea balsamifera*[J]. Phytochem Lett, 2021, 43:35-39.
- [29] 邓芹英,丁丛梅,张维汉,等.艾纳香中黄酮化合物的研究[J].波谱学杂志,1996,13(5):447-452.
- [30] SAEWAN N, KOYSOMBOON S, CHANTRAPROMMA K. Anti-tyrosinase and anti-cancer activities of flavonoids from *Blumea balsamifera* DC[J]. J Med Plants Res, 2011, 5(6):1018-1025.
- [31] 陈铭,金慧子,严岚,等.艾纳香黄酮类化学成分的研究[J].天然产物研究与开发,2010,22(6):991-994.
- [32] 谭道鹏,严启新,康晖,等.艾纳香化学成分的研究[J].天然产物研究与开发,2012,24(6):718-721.
- [33] ALI D M H, WONG K C, LIM P K. Flavonoids from *Blumea balsamifera*[J]. Fitoterapia, 2005, 76(1):128-130.
- [34] TAN D P, YAN Q X, KANG H. Chemical constituents from *Blumea balsamifera*[J]. Chem Nat Compd, 2013, 48(6):1072-1073.
- [35] TAN D P, YANG Z, ZHANG Q R, et al. Simultaneous quantitative determination of polyphenolic compounds in *Blumea balsamifera* (Ai-Na-Xiang, sambung) by high-performance liquid chromatography with photodiode array detector[J]. Int J Anal Chem, 2020, 2020:9731327.
- [36] 胡永,段玉书,苑春茂,等.艾纳香中1个新倍半萜内酯及其细胞毒活性研究[J].中草药,2019,50(14):3274-3278.
- [37] MA J, REN Q H, DONG B J, et al. NO inhibitory constituents as potential anti-neuroinflammatory agents for AD from *Blumea balsamifera*[J]. Bioorg Chem, 2018, 76:449-457.
- [38] SHIROTA O, ORIBELLO J M, SEKITA S, et al. Sesquiterpenes from *Blumea balsamifera*[J]. J Nat Prod, 2011, 74(3):470-476.
- [39] SAIFUDIN A, TANAKA K, KADOTA S, et al. Chemical constituents of *Blumea balsamifera* of Indonesia and their protein tyrosine phosphatase 1B inhibitory activity[J]. Nat Prod Commun, 2012, 7(7):815-818.
- [40] 庞玉新,元超,胡璇,等.黎药艾纳香化学成分研究[J].中药材,2019,42(1):91-95.
- [41] XIONG Y, YI P, LI Y H, et al. New sesquiterpenoid esters from *Blumea balsamifera* (L.) DC. and their anti-influenza virus activity[J]. Nat Prod Res, 2022, 36(5):1151-1160.
- [42] XU J, JIN D Q, LIU C Z, et al. Isolation, characterization, and NO inhibitory activities of sesquiterpenes from *Blumea balsamifera*[J]. J Agric Food Chem, 2012, 60(32):8051-8058.
- [43] FUJIMOTO Y, SOEMARTONO A, SUMATRA M. Sesquiterpenelactones from *Blumea balsamifera*[J]. Phytochemistry, 1988, 27(4):1109-1111.
- [44] RAGASA C Y, CO A L K C, RIDEOUT J A. Antifungal metabolites from *Blumea balsamifera*[J]. Nat Prod Res, 2005, 19(3):231-237.
- [45] WANG Y H, SHI L F, WANG A M, et al. Preparation of high-purity (–)-borneol and xanthoxylin from leaves of

- Blumea balsamifera*(L.)DC[J]. Sep Sci Technol, 2014, 49(10):1535-1540.
- [46] 元超,王鸿发,胡璇,等.艾纳香中绿原酸类化学成分研究[J].热带作物学报,2019,40(6):1176-1180.
- [47] 张利梅,胡占兴,梁光义,等.艾纳香石油醚部位化学成分的研究[J].贵阳中医学院学报,2015,37(2):68-70.
- [48] SAKEE U, MANEERAT S, CUSHNIE T P T, et al. Antimicrobial activity of *Blumea balsamifera*(Lin.)DC. extracts and essential oil[J]. Nat Prod Res, 2011, 25(19):1849-1856.
- [49] YANG H, GAO Y, LONG L, et al. Antibacterial effect of *Blumea balsamifera*(L.)DC. essential oil against *Staphylococcus aureus*[J]. Arch Microbiol, 2021, 203(7):3981-3988.
- [50] 闻庆,庞玉新,胡璇,等.艾纳香残渣不同提取部位体外抑菌活性研究[J].广东药学院学报,2015,31(6):713-716.
- [51] 易琼,王玉坤,王鲁.艾纳香油药理学作用评价[J].黑龙江畜牧兽医,2016(16):149-151.
- [52] 马青松,王丹,庞玉新,等.艾纳香油对小鼠耳肿胀的抗炎效果[J].贵州农业科学,2016,44(4):100-102.
- [53] 王万林,高月,廖加美,等.艾纳香油对NF- $\kappa$ B及Nrf2/HO-1信号通路的作用研究[J].畜牧兽医学报,2021,52(4):976-986.
- [54] 蔡亚玲,廖加美,彭俊超,等.艾纳香油中抗炎成分的筛选及其对炎性因子的影响[J].天然产物研究与开发,2021,33(3):402-409.
- [55] 范佐旺,王丹,庞玉新,等.艾纳香油对大鼠深II度烫伤的治疗研究[J].中医药信息,2014,31(6):93-96.
- [56] FAN Z W, PANG Y X, WANG K, et al. *Blumea balsamifera* oil for the acceleration of healing of burn injuries[J]. Molecules, 2015, 20(9):17166-17179.
- [57] 李小婷,王丹,庞玉新,等.艾纳香油对晒伤小鼠皮肤氧化应激及DNA损伤的影响[J].热带农业科学,2016,36(2):59-63.
- [58] 李小婷,庞玉新,王丹,等.艾纳香油对紫外线诱导小鼠皮肤晒伤的保护作用[J].中成药,2017,39(1):26-32.
- [59] ZHANG B, TANG M H, ZHANG W H, et al. Chemical composition of *Blumea balsamifera* and *Magnolia sieboldii* essential oils and prevention of UV-B radiation-induced skin photoaging[J]. Nat Prod Res, 2021, 35(24):5977-5980.
- [60] NORIKURA T, KOJIMA-YUASA A, SHIMIZU M, et al. Anticancer activities and mechanisms of *Blumea balsamifera* extract in hepatocellular carcinoma cells[J]. Am J Chin Med, 2008, 36(2):411-424.
- [61] 黄火强,蒋慧嫦,张亚琛,等.彝族“黄药”(艾纳香)二氯甲烷提取物对Lewis肺癌小鼠抑瘤作用的研究[J].云南农业大学学报(自然科学),2016,31(6):1058-1064.
- [62] XIA Y, ZUO J, LI X, et al. Antihyperglycemic effect of various fractions from residues of *Blumea balsamifera*[J]. Chin Herb Med, 2014, 6(2):136-139.
- [63] SAIFUDIN A, KADOTA S, TEZUKA Y. Protein tyrosine phosphatase 1B inhibitory activity of Indonesian herbal medicines and constituents of *Cinnamomum burmannii* and *Zingiber aromaticum*[J]. J Nat Med, 2013, 67(2):264-270.
- [64] 韦睿斌,杨全,庞玉新,等.艾纳香不同部位多酚和黄酮类抗氧化活性研究[J].天然产物研究与开发,2015,27(7):1242-1247,1286.
- [65] 庞玉新,袁蕾,王中洋,等.艾纳香不同部位提取物的抗氧化活性及其对酪氨酸酶的抑制作用[J].中国实验方剂学杂志,2014,20(18):4-8.
- [66] FAZILATUN N, NORNISAH M, ZHARI I. Superoxide radical scavenging properties of extracts and flavonoids isolated from the leaves of *Blumea balsamifera*[J]. Pharm Biol, 2005, 43(1):15-20.
- [67] KUBOTA H, KOJIMA-YUASA A, MORII R, et al. Anti-obesity effect of *Blumea balsamifera* extract in 3T3-L1 preadipocytes and adipocytes[J]. Am J Chin Med, 2009, 37(5):843-854.

(收稿日期:2022-01-12 修回日期:2022-04-16)

(编辑:邹丽娟)

《中国药房》杂志——中国科技论文统计源期刊,欢迎投稿、订阅