

## 熏鲁香与乳香研究进展

杨玲<sup>1,3</sup>, 林龙飞<sup>2</sup>, 刘宇灵<sup>2</sup>, 李慧<sup>2\*</sup>, 黄璐琦<sup>3\*</sup>

1. 江西中医药大学 院士工作站, 江西 南昌 330004

2. 中国中医科学院中药研究所, 北京 100700

3. 中国中医科学院 中药资源中心, 北京 100700

**摘要:** 熏鲁香、乳香均为树脂类药材, 在原植物形态、外观性状、功效等方面具有一定的相似性, 以致 2 味药存在混用情况。结合中药相关典籍以及科学书籍数据库, 对熏鲁香、乳香植物资源分布及药材性状异同进行了对比总结, 对其化学成分及结构、药理作用方面的研究成果进行了较全面的分类汇总, 发现两者原植物品种来源不同, 化学成分存在巨大差异, 其中挥发油主要成分为  $\alpha$ -蒎烯 (熏鲁香、索马里乳香)、乙酸辛酯 (埃塞俄比亚乳香), 树脂主要成分为五环三萜类化合物和四环三萜类化合物, 且熏鲁香抗菌、抗氧化作用显著, 乳香抗癌、抗炎活性较强, 而药理活性主要归因于挥发油和树脂酸成分。并对 2 味药材质量控制现状以及不同领域应用情况进行分析, 目前质量控制指标主要集中在挥发油含量及定性分析方面, 对有效成分定量分析的研究较少, 并且两者应用存在不同侧重, 为其进一步研究和开发利用提供科学依据。

**关键词:** 熏鲁香; 乳香; 药材资源; 外观性状; 五环三萜; 四环三萜; 药理作用; 质量控制; 产业应用

**中图分类号:** R286 **文献标志码:** A **文章编号:** 0253-2670(2021)04-1193-13

**DOI:** 10.7501/j.issn.0253-2670.2021.04.034

## Research progress of mastiche and olibanum

YANG Ling<sup>1,3</sup>, LIN Long-fei<sup>2</sup>, LIU Yu-ling<sup>2</sup>, LI Hui<sup>2</sup>, HUANG Lu-qi<sup>3</sup>

1. Academician Workstation of Jiangxi University of Traditional Chinese Medicine, Nanchang 330004, China

2. Institute of Chinese Materia Medica, China Academy of Chinese Medical Sciences, Beijing 100700, China

3. National Resource Center for Chinese Materia Medica, China Academy of Chinese Medical Sciences, Beijing 100700, China

**Abstract:** Both mastiche and olibanum are resin-based medicinal materials, which have certain similarities in the original plant morphology, appearance traits and efficacy, so that the two flavors are mixed. This study combined the Chinese herbal medicine-related classics and scientific books database to compare and summarize the distribution of the resources of the mastiche and olibanum plants and the similarities and differences of the medicinal materials. The research results of its chemical composition, structures, and pharmacological effects were comprehensively summarized. It was found that the origin of the two original plant varieties is different, and the chemical composition is greatly different. The main components of the volatile oil are  $\alpha$ -pinene (mastiche, *Somali olibanum*), octyl acetate (*Ethiopia olibanum*), and the main components of the resin are pentacyclic triterpenes and tetracyclic triterpenes, and mastiche has significant antibacterial and antioxidative effects, and olibanum has strong anti-cancer and anti-inflammatory activities, and its pharmacological activity is mainly due to volatile oil and resin acid components. And the quality control status of the two flavor medicinal materials and the application in different fields were analyzed. At present, the quality control methods mainly focus on the volatile oil content and qualitative analysis, while the quantitative analysis of active components is less studied, and two applications has different focuses. This study will provide scientific basis for further research development and utilization of mastiche and olibanum.

**Key words:** mastiche; olibanum; medicinal resources; appearance traits; pentacyclic triterpenes; tetracyclic triterpenes; pharmacological action; quality control; industrial application

收稿日期: 2020-07-09

基金项目: 广西省科技攻关项目 (AA17204090); 广西省科技攻关项目 (AD16380013)

作者简介: 杨玲 (1995—), 女, 硕士研究生。E-mail: yangling6928@163.com

\*通信作者: 黄璐琦, 男, 中国工程院院士, 研究员, 研究方向为中药资源与分子生药学。Tel: (010)64014411-2955 E-mail: huangluqi01@126.com  
李慧, 女, 博士生导师, 研究员, 研究方向为中药新剂型研究与新药开发。Tel: (010)64087670 E-mail: lihuiyiren@163.com

熏鲁香、乳香均为经典进口传统药材，在我国有悠久的历史。熏鲁香为漆树科黄连木属植物粘胶乳香树 *Pistacia lentiscus* L. 的树脂，历代本草古籍中少有记载，但在《中华本草》中提及熏陆香之名，其为漆树科植物黏胶乳香树干经切伤后流出的树脂，主产于希腊、土耳其及地中海南岸地区，熏鲁香与熏陆香原植物产地、拉丁名均一致，则二者应为同一药材<sup>[1-4]</sup>。据《海药本草》记载，熏鲁香（麻思他其）由大秦（今地中海地区）通过丝绸之路传入中国，而乳香（捆都而）由大食（今红海沿岸地区）传入<sup>[5-7]</sup>。熏鲁香与乳香来源不同，但由于两者基原植物在我国并无野生分布，两者在植物形态、外观性状及功效上均存在一定的相似性，因而在应用上存在混用情况<sup>[4, 8]</sup>。虽然《回回药方考释》中记载，熏鲁香的质地较乳香更好，但目前还未有对二者进行全面对比的研究。因此，本研究查阅中草药相关典籍，并对科学书籍数据库进行检索，从资源、化学成分、药理作用、应用等方面对熏鲁香与乳香的差异进行综述，以期对熏鲁香、乳香的研究开发及应用提供参考。

## 1 药材资源及性状

### 1.1 植物来源与分布

熏鲁香（Mastiche），别名洋乳香、乳香胶，来源于漆树科（Anacardiaceae）黄连木属 *Pistacia* L. 植物粘胶乳香树的树脂<sup>[1-2]</sup>，主产于希腊。乳香（Olibanum），别名乳头香、马尾香、天泽香，来源于橄榄科（Burseraceae）乳香属 *Boswellia* L. 植物卡氏乳香树 *Boswellia*

*carterii* Birdw. 及同属植物 *B. bhawdajiana* Birdw. 树皮渗出的树脂<sup>[2, 9-10]</sup>，主产于红海沿岸的非洲国家和阿拉伯半岛等地。粘胶乳香树为常绿灌木或小乔木，树高3~5 m，树皮棕褐色，具鳞片，叶互生，偶数羽状复叶，叶片长圆形至卵形，总状花序，核果倒卵形，主要分布于地中海地区；乳香树为小乔木，树高4~5 m，淡棕黄色树皮，外树皮纸片状，常卷起或剥落，叶互生，奇数羽状复叶，叶片边缘有不规则圆齿或近全缘，被毛，总状花序，核果倒卵形，具三棱，主要分布于红海沿岸地区（索马里、埃塞俄比亚、苏丹、印度、坦桑尼亚东北部和马达加斯加）<sup>[2, 11-16]</sup>。粘胶乳香树与卡氏乳香树植物异同见图1。

### 1.2 外观性状

熏鲁香与乳香均为树脂类药材，性状具有一定的相似性。熏鲁香为细小硬块，梨形或卵圆形，直径3~8 mm，稀有呈短杆状，长至2 cm，粗至1 cm者，新鲜时外表近于无色，半透明，有光泽，陈久者显淡黄色，无光泽，质脆，断面有玻璃样光泽，芳香，味微苦。索马里乳香呈长卵形滴乳状，类圆形颗粒或黏连成不规则块状，大者达2 cm（乳香珠）或5 cm（原乳香），表面乳白色至淡黄色，半透明，被有白色粉霜，久存色泽加深，显棕黄至棕红色，断面有玻璃样光泽，芳香，味微苦。埃塞俄比亚乳香呈淡黄白色或淡黄绿色，久存显黄色，断面有蜡样光泽，具柠檬样香气，味微苦<sup>[1-2, 9]</sup>。

熏鲁香、索马里乳香、埃塞俄比亚乳香性状差异见图2。

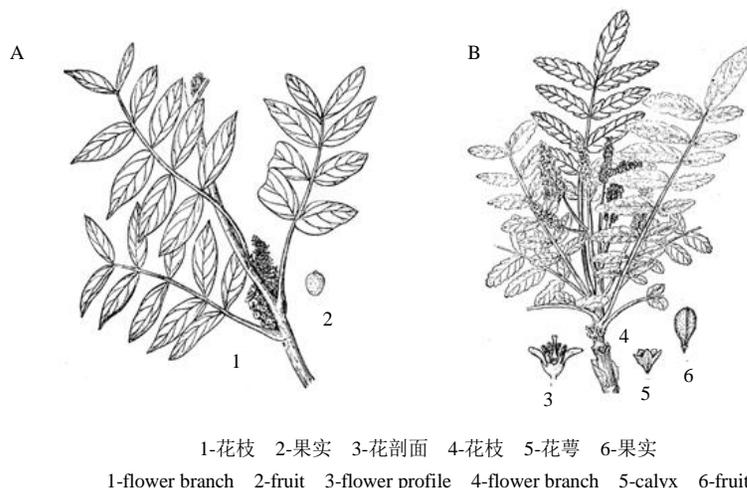


图1 粘胶乳香树 (A) 和卡氏乳香树 (B) 植物

Fig. 1 Plant diagram of *P. lentiscus* (A) and *B. carterii* (B)

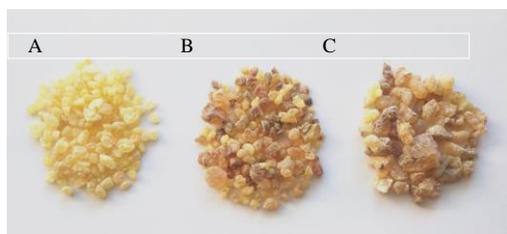


图 2 熏鲁香 (A)、索马里乳香 (B)、埃塞俄比亚乳香 (C) 性状对比图

Fig. 2 Comparison of characteristics of mastiche (A), Somali olibanum (B) and Ethiopian olibanum (C)

## 2 化学成分

通过查阅国内外近 30 年的研究文献以及《中国药典》、药志，熏鲁香、乳香主要成分均为挥发油、树脂和树胶，并对其各部位的化学成分进行了总结。研究者主要通过气相色谱-质谱联用方法 (GC-MS) [17-27]、电子轰击源质谱技术

(EI-MS)、核磁共振法 (NMR) 法、紫外光谱技术 (UV) 等方法对熏鲁香、乳香各化学成分进行分析，总结后发现两者各成分、含量均有差异。

### 2.1 挥发油

采用水蒸气蒸馏法提取熏鲁香、乳香挥发油，并通过 GC-MS 方法对其挥发油成分进行分析鉴定 [17-28]，主要为单萜、倍半萜类化合物，熏鲁香、索马里乳香挥发油主成分为  $\alpha$ -蒎烯，埃塞俄比亚乳香挥发油主成分为乙酸辛酯。通过实验室自提熏鲁香挥发油，得到其挥发油占比约为 10%，《中国药典》2015 年版中规定索马里乳香挥发油含量不低于 6.0%，埃塞俄比亚乳香挥发油含量不低于 2.0%。本文对熏鲁香、索马里乳香、埃塞俄比亚乳香挥发油中研究较多、含量较高的成分进行总结比较，具体见表 1。

表 1 熏鲁香、索马里乳香、埃塞俄比亚乳香挥发油成分差异

Table 1 Differences in volatile oils of mastiche, *S. olibanum* and *E. olibanum*

中文名称	占比/%		
	熏鲁香	索马里乳香	埃塞俄比亚乳香
三环烯	0.10~1.98 <sup>[17,20]</sup>	—	0.014 <sup>[24]</sup>
$\alpha$ -侧柏烯	0.17~0.25 <sup>[17-18]</sup>	7.03 <sup>[22]</sup>	0.03 <sup>[22]</sup>
$\alpha$ -蒎烯	10~90 <sup>[17-21]</sup>	24.70~41.00 <sup>[22-23]</sup>	0.07~4.40 <sup>[22,24-27]</sup>
$\beta$ -蒎烯	1.26~6.4 <sup>[17-20]</sup>	0.91~1.52 <sup>[22-23]</sup>	0.13~0.60 <sup>[22,25,27]</sup>
苾烯	0.18~1.90 <sup>[17-18,20-21]</sup>	0.68 <sup>[22]</sup>	—
桉烯	0.10~1.70 <sup>[17,20-21]</sup>	0.46 <sup>[23]</sup>	0.01~0.10 <sup>[22,24]</sup>
$\beta$ -月桂烯	0.23~27.58 <sup>[17-20]</sup>	—	0.026~0.058 <sup>[24,27]</sup>
柠檬烯	0.32~1.56 <sup>[17-20]</sup>	12.75 <sup>[23]</sup>	0.174~0.690 <sup>[24-25,27]</sup>
柠檬醛	0.1 <sup>[17]</sup>	—	—
芳樟醇	0.15~3.71 <sup>[17-20]</sup>	—	0.382~3.010 <sup>[22,24-27]</sup>
乙酸芳樟醇	0.23~0.50 <sup>[18-19]</sup>	—	—
紫苏烯	0.14~0.80 <sup>[17-18,20]</sup>	0.22 <sup>[23]</sup>	—
顺式-马鞭烯醇	0.1~4.04 <sup>[17,21]</sup>	—	—
反式-马鞭烯醇	0.3 <sup>[17]</sup>	—	—
马鞭烯醇	0.03~19.44 <sup>[19-21]</sup>	—	—
龙脑烯醛	0.1~2.57 <sup>[17,20-21]</sup>	0.39 <sup>[22]</sup>	—
反式-松香芹醇	0.1 <sup>[17]</sup>	2.06 <sup>[22]</sup>	0.018 <sup>[24]</sup>
松香芹醇	0.08~5.46 <sup>[20-21]</sup>	—	—
桃金娘烯醛	0.05~2.19 <sup>[17-21]</sup>	—	—
马鞭烯酮	0.04~30.19 <sup>[17,19-21]</sup>	—	—
(e)-茴香脑	0.1 <sup>[17]</sup>	—	—
$\beta$ -石竹烯	0.70~1.47 <sup>[17-19]</sup>	—	0.08 <sup>[26]</sup>
$\alpha$ -石竹烯	0.09 <sup>[19]</sup>	—	—
氧化石竹烯	0.11~1.45 <sup>[19-20]</sup>	1.86 <sup>[22]</sup>	—
反式石竹烯	0.09~4.90 <sup>[20]</sup>	—	0.34 <sup>[25]</sup>
顺式石竹烯	—	—	—
$\alpha$ -葎草烯	0.1 <sup>[17]</sup>	—	—
对伞花烃	0.1~0.48 <sup>[17-19]</sup>	7.54~8.53 <sup>[22-23]</sup>	0.07~2.66 <sup>[22,27]</sup>
聚伞花素	3.14 <sup>[21]</sup>	—	—
冰片烯	1.04 <sup>[21]</sup>	—	0.034 <sup>[24]</sup>
2-(4-甲基-2,4-环己二烯基)-2-丙醇	8.36 <sup>[21]</sup>	—	—

续表 1

中文名称	占比/%		
	熏鲁香	索马里乳香	埃塞俄比亚乳香
$\alpha$ -松油醇	0.77 <sup>[19]</sup>	1.00~2.93 <sup>[22-23]</sup>	0.29~0.37 <sup>[22, 26-27]</sup>
乙酸冰片酯	0.04~2.91 <sup>[18, 20-21]</sup>	0.30~0.43 <sup>[22-23]</sup>	0.226~3.050 <sup>[22, 25-28]</sup>
松香醛	1.25 <sup>[19]</sup>	—	—
$\beta$ -桉叶油醇	0.34	0.77 <sup>[22]</sup>	—
对伞花烃-8-醇	0.54~0.63 <sup>[18-19]</sup>	—	—
二十一烷	0.16~0.19 <sup>[18-19]</sup>	—	—
4-萜烯醇	<0.1 <sup>[18]</sup>	—	0.51 <sup>[26]</sup>
$\alpha$ -水芹烯	<0.1 <sup>[18]</sup>	2.37~0.35 <sup>[22-23]</sup>	0.180~0.248 <sup>[25, 27]</sup>
松油烯-4-醇	<0.1 <sup>[18]</sup>	2.77 <sup>[22]</sup>	0.13 <sup>[22]</sup>
$\beta$ -水芹烯	—	1.55 <sup>[23]</sup>	—
月桂烯	—	3.61~8.83 <sup>[22-23]</sup>	0.10 <sup>[22]</sup>
3-萜烯	<0.1 <sup>[18]</sup>	0.65 <sup>[22]</sup>	1.52 <sup>[26]</sup>
$\gamma$ -松油烯	<0.1 <sup>[18]</sup>	0.51~0.73 <sup>[22-23]</sup>	—
1-辛醇	—	0.40 <sup>[22]</sup>	1.022~19.440 <sup>[22, 26-28]</sup>
侧柏酮	—	0.45~0.91 <sup>[22-23]</sup>	—
反式-香芹醇	0~0.70 <sup>[18]</sup>	0.84 <sup>[22]</sup>	0.15 <sup>[22]</sup>
香芹酮	<0.1 <sup>[18]</sup>	0.53~0.91 <sup>[22-23]</sup>	0.24 <sup>[22]</sup>
$\gamma$ -毕澄茄烯	—	0.56 <sup>[22]</sup>	—
喇叭茶醇	—	4.85 <sup>[22]</sup>	—
香榧醇	—	1.50 <sup>[22]</sup>	—
香橙烯	—	1.71 <sup>[23]</sup>	0.13 <sup>[26]</sup>
邻-甲基茴香醚	—	—	0.11 <sup>[22]</sup>
乙酸辛酯	—	—	10.432~56.560 <sup>[22, 24, 26-28]</sup>
香茅醇乙酸酯	—	—	0.250~0.375 <sup>[22, 24, 28]</sup>
橙花醇乙酸酯	—	—	0.220~0.821 <sup>[22, 24, 26]</sup>
乙酸癸酯	—	—	0.40~2.94 <sup>[22, 26]</sup>
反- $\beta$ -金合欢烯	—	—	4.11 <sup>[22]</sup>
1,5,9-三甲基-(1-甲基乙烯基)-1,5,9-环四癸三烯	—	—	4.85 <sup>[22]</sup>
$\delta$ -榄香烯	—	—	0.666 <sup>[24]</sup>
大根香叶烯	—	—	0.757 <sup>[24]</sup>
$\beta$ -榄香烯	—	0.41 <sup>[22]</sup>	5.614 <sup>[24]</sup>
西柏烯	—	—	0.24 <sup>[24]</sup>
新西柏烯 A	—	—	1.635~9.839 <sup>[28]</sup>
芮木烯	—	—	8.576~26.656 <sup>[28]</sup>
桉油精	—	—	0.093~3.95 <sup>[24, 26-27]</sup>
长叶烯	—	—	0.324~19.852 <sup>[28]</sup>

“—”表示当前熏鲁香或乳香相关研究文献中未有该化合物

“—” indicates that the compound is not found in the current literature related to mastiche or olibanum

## 2.2 树脂成分

通过对熏鲁香、乳香树脂成分进行多次色谱分离、鉴定, 得到其主要成分为三萜类化合物, 并确定熏鲁香树脂主要成分为五环三萜和四环三萜类化合物, 且熏鲁香许多医学活性都归因于它们<sup>[29-36]</sup>, 而乳香树脂成分中具有特征性的有效成分是五环三萜类化合物, 按其结构可细分为乌苏烷型、齐墩果烷型和羽扇豆烷型, 此外还包括四环三萜类、大环二萜类化合物<sup>[15, 37-42]</sup>。研究表明索马里乳香、埃塞俄比亚乳香产地邻近, 两者

在树脂成分上较为接近<sup>[43]</sup>。熏鲁香主产于希腊, 成分与另外两者差异较大。研究者们采用 GC-MS 分析黄连木属树脂中的五环和四环三萜化合物<sup>[33, 35, 37]</sup>, 对乳香分离得到的树脂成分, 采用质谱、核磁共振等方法分析鉴定后, 得到其具体成分及结构<sup>[10, 39, 44-45]</sup>。因此本文对熏鲁香、乳香树脂成分中研究较多的五环三萜类、四环三萜类化合物进行比较。熏鲁香主要树脂成分及化合物结构见表 2、图 3, 乳香主要树脂成分及化合物结构见表 3、图 4。

表 2 熏鲁香树脂成分

Table 2 Resin components of mastiche

序号	化合物名称	参考文献
五环三萜类		
1	齐墩果酮酸 (oleanonic acid)	33
2	齐墩果酸 (oleanolic acid)	33, 35
3	模绕酮酸 (moronic acid)	33, 35
4	去甲 β-戊酮 (nor-β-amyrone)	33, 35, 37
5	齐墩果酮醛 (oleanonic aldehyd)	33, 35, 37
6	齐墩果醛 (oleanolic aldehyd)	33
7	3-羟基-28-诺罗尼亚-12-烯 (3-hydroxy-28-norolean-12-ene)	33
8	nor-olean-17(18)-en-3-one	37
9	3-氧代-28-诺鲁普-20(29)-烯 [3-oxo-28-norlup-20(29)-ene]	33
四环三萜类		
10	乳香二烯酮酸 (masticadienonic acid)	33, 35
11	乳香二烯酸 (masticadienolic acid)	33
12	3-O-乙酰-3-乳香基二烯酸 (3-O-acetyl-3-epimasticadienolic acid)	33, 35
13	异乳香二烯酮酸 (isomasticadienonic acid)	33, 35
14	替鲁卡洛尔 (tirucalol)	33
15	3-O-乙酰-3-异乳香基二烯酸 (3-O-acetyl-3-epiisomasticadienolic acid)	33, 35
16	20(S)-3β-乙酰氧基-20-羟基达马拉-24-烯 (20(S)-3β-acetoxy-20-hydroxydammara-24-ene)	33
17	达玛丹酮 (dammaradienone)	33, 35, 37
18	羟基达玛烯酮 (hydroxydammarenone)	33, 35

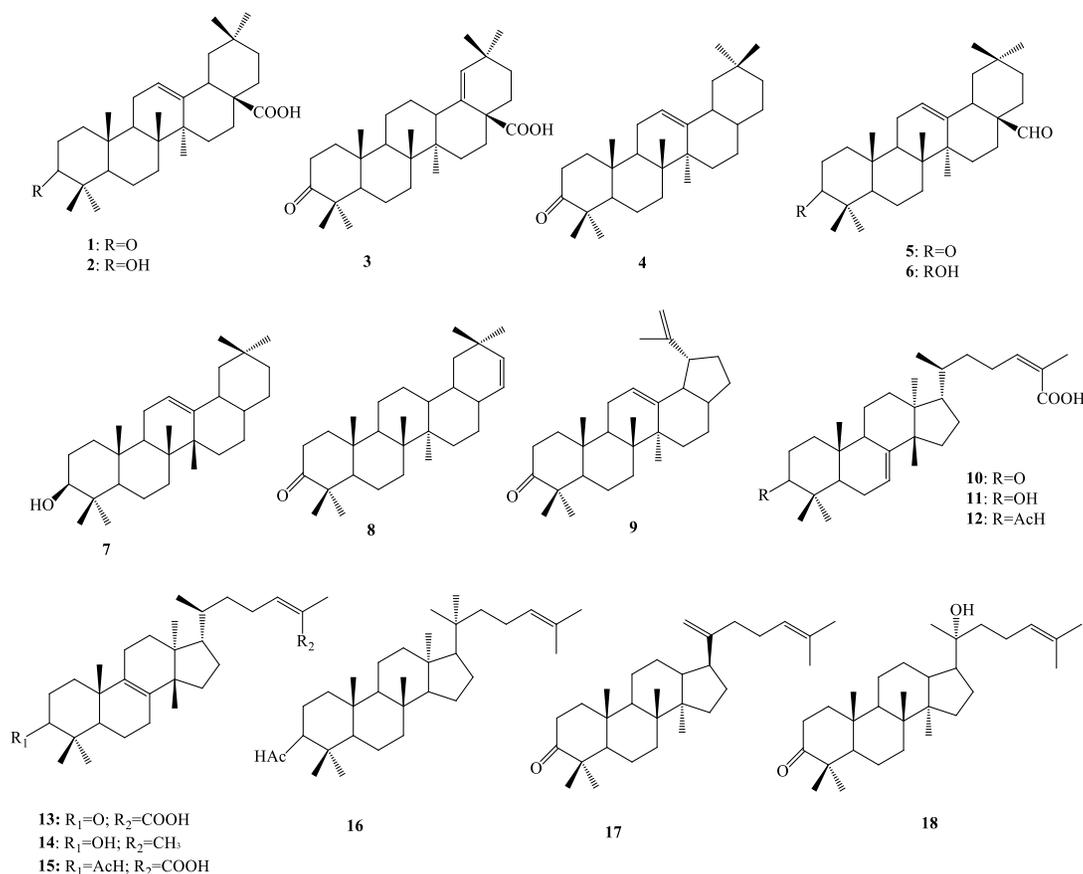


图 3 熏鲁香中五环三萜类、四环三萜类化合物结构

Fig. 3 Structures of pentacyclic triterpenoids and tetracyclic triterpenoids in mastiche

表3 乳香树脂成分

Table 3 Resin components of olibanum

序号	化合物名称	参考文献
五环三萜类		
19	$\beta$ -乳香酸 ( $\beta$ -boswellic acid)	39, 45
20	乙酰基- $\beta$ -乳香酸 (acetyl- $\beta$ -boswellic acid)	39, 45
21	11-羰基- $\beta$ -乳香酸 (11-keto- $\beta$ -boswellic acid)	39,44-45
22	乙酰基-11-羰基- $\beta$ -乳香酸 (acetyl-11-keto- $\beta$ -boswellic acid)	39, 45
23	乙酰基-11-羟基- $\beta$ -乳香酸 (acetyl-11-hydroxy- $\beta$ -boswellic acid)	39, 44
24	乙酰基-11 $\alpha$ -甲氧基- $\beta$ -乳香酸 (acetyl 11 $\alpha$ -methoxy- $\beta$ -boswellic acid)	45
25	11 $\alpha$ -甲氧基- $\beta$ -乳香酸 (11 $\alpha$ -methoxy- $\beta$ -boswellic acid)	44
26	$\alpha$ -香树脂素 ( $\alpha$ -amyrin)	45
27	9, 11-去氢- $\beta$ -乳香酸 (9,11-dehydro- $\beta$ -boswellic acid)	44-45
28	3 $\alpha$ -乙酰基-9, 11-去氢- $\beta$ -乳香酸 (3 $\alpha$ -acetyl-9,11-dehydro- $\beta$ -boswellic acid)	44
29	3 $\alpha$ -乙酰基-11 $\alpha$ -甲氧基- $\beta$ -乳香酸 (3 $\alpha$ -acetyl-11 $\alpha$ -methoxy- $\beta$ -boswellic acid)	44
30	3 $\beta$ , 20 $\beta$ -18H $\alpha$ -乌苏烷二醇 (3 $\beta$ ,20 $\beta$ -18H $\alpha$ -uranediol)	45
31	$\alpha$ -乳香酸 ( $\alpha$ -boswellic acid)	44-45
32	乙酰基- $\alpha$ -乳香酸 (acetyl- $\alpha$ -boswellic acid)	39, 45
33	9, 11-去氢- $\alpha$ -乳香酸 (9,11-dehydro- $\alpha$ -boswellic acid)	45
34	3 $\beta$ , 20(S)-didydroxytaraxastane	44
四环三萜类		
35	3 $\alpha$ -乙酰氧基甘遂-8, 24-二烯-21-酸 (3 $\alpha$ -acetoxyl Euphorbia-8,24-diene-21-acid)	39, 44-45
36	榄香酮酸 (elemonic acid)	39, 45
37	3 $\beta$ -羟基甘遂-8, 24-二烯-21-酸 (3 $\beta$ -hydroxytirucalla-8,24-diene-21-oic acid)	45
38	3 $\alpha$ -羟基甘遂-7, 24-二烯-21-酸 (3 $\alpha$ -hydroxy Euphorbia -7,24-diene-21-acid)	39, 45
39	3-氧代甘遂-7, 9 (11), 24-三烯-21-酸 [3-oxo-euphorbia-7,9 (11), 24-triene-21-acid]	39, 45
40	3 $\alpha$ -羟基甘遂-24-烯-21-酸 (3 $\alpha$ -hydroxy Euphorbia-24-ene-21-acid)	10, 45
41	20(S)-3, 7-二羰基甘遂-8, 24-二烯-21-羧酸[(20S)-3,7-dioxo-tirucalla-8,24-dien-21-oic acid]	44
42	dammareniol	44
43	mansumbin-13(17)-en-3,16-dione	44

### 2.3 树脂成分

van den Berg 等<sup>[46]</sup>通过萃取和分子筛排阻色谱对熏鲁香树脂成分进行分离鉴定, 结果表明熏鲁香树脂成分主要为顺式-1,4-聚- $\beta$ -月桂烯。乳香树脂研究报道相对较少, 其大分子聚合物成分主要为多糖类物质, 主要为阿糖酸的钙盐或镁盐等<sup>[2,38]</sup>。

### 3 药理作用

熏鲁香系部颁标准《维吾尔药分册》收载品种, 是维吾尔医临床常用进口药材, 乳香系《中国药典》2015年版一部收载品种, 为中医药临床常用进口药材。熏鲁香可消散胃中寒气、补脑提神、利肝益肾、软坚散结, 乳香可活血消肿、止痛、生肌、健胃、止泻, 二者均可用于胃部疾病, 不同之处在于熏鲁香兼具有补益作用, 而乳香重在活血化痰<sup>[1-2,13]</sup>。现代药理研究表明, 熏鲁香、乳香均具有抗菌、抗癌、抗炎等活性, 但存在一定差异。

### 3.1 抗菌作用

目前, 已有大量研究证明熏鲁香提取物对各类致病菌的生长具有显著的抑制作用。其能够降低唾液中变形链球菌、活菌总数, 减少口腔细菌生长和牙菌斑的形成, 对常见口腔致病菌牙龈杆菌、微球菌、变形链球菌等平均最低杀菌浓度 (MBC) 值为 0.07~10.00 mg/mL<sup>[31, 47-48]</sup>, 因此熏鲁香可实现多种口腔疾病的有效治疗。另有研究发现熏鲁香可诱导幽门螺杆菌细胞突起、形态异常和细胞碎裂, 且呈浓度相关性, 当质量浓度由 125  $\mu$ g/L 增加到 500  $\mu$ g/L 时, 幽门螺杆菌的杀死率由 50% 提升到 90%<sup>[49-50]</sup>, 是幽门螺杆菌天然的抑菌剂。此外, 熏鲁香挥发油能有效抑制金黄色葡萄球菌、表皮葡萄球菌、大肠埃希菌、绿脓杆菌、酿酒酵母等病菌及真菌的生长<sup>[51-53]</sup>。以上研究结果均表明, 熏鲁香在天然抑菌剂研究方向具有良好的前景。

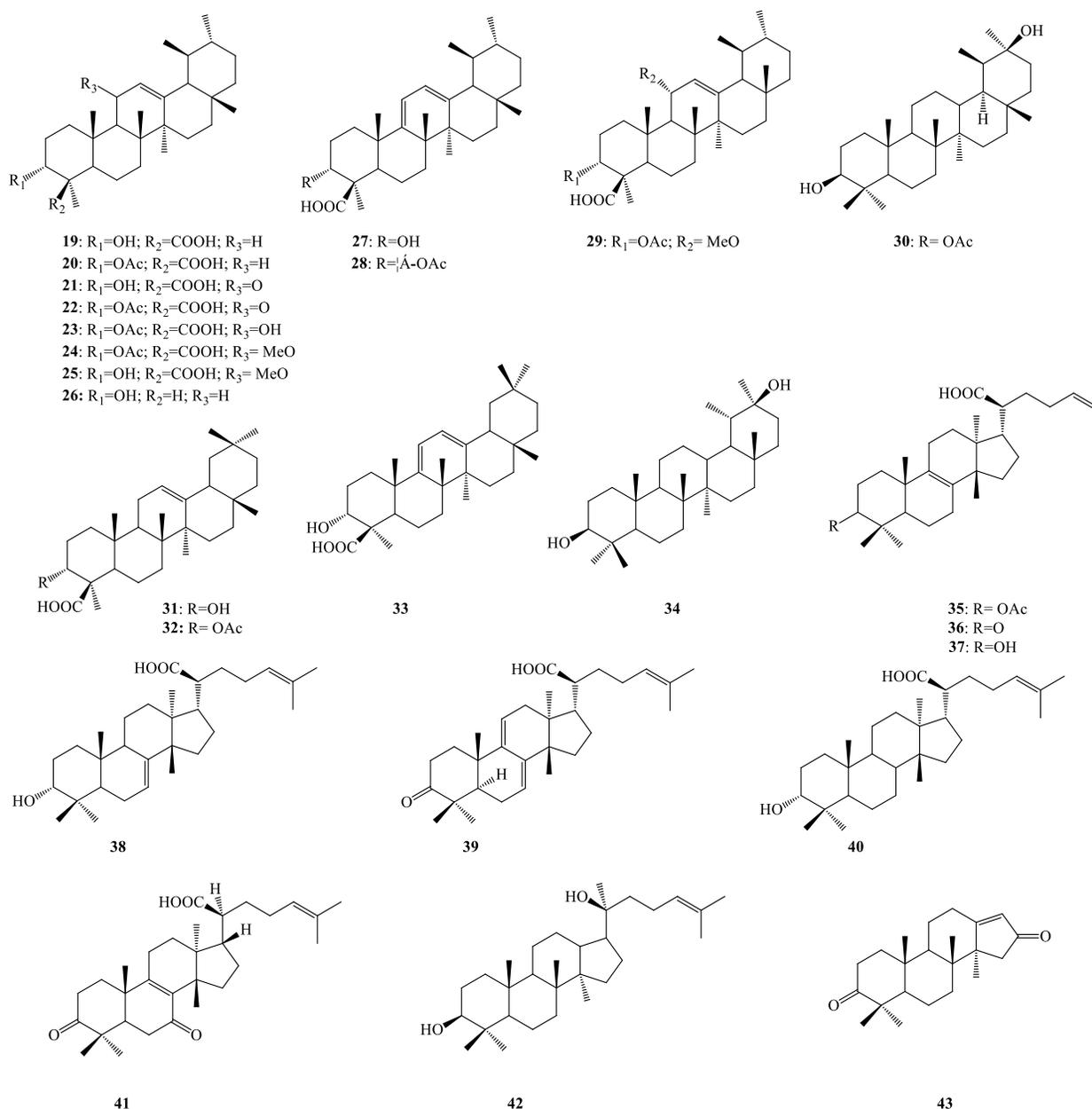


图4 乳香中五环三萜类、四环三萜类化合物结构

Fig. 4 Structures of pentacyclic triterpenoids and tetracyclic triterpenoids in olibanum

乳香抗菌活性报道较熏鲁香少，研究表明 5% 的乳香提取物对牙龈卟啉单胞菌、具核梭菌具有较好的抑菌效果<sup>[54]</sup>。此外，乳香对大肠杆菌、金黄色葡萄球菌、蜡状芽孢杆菌、铜绿假单胞菌等临床常见致病菌也具有抗菌作用<sup>[55]</sup>。

综上，熏鲁香与乳香均具有抗菌活性，但熏鲁香抗菌活性及范围较乳香更好，研究也更为广泛和深入，在抗菌部分具有更大的优势和开发潜力。

### 3.2 抗癌作用

研究表明熏鲁香提取物可通过抑制雄激素受

体 (AR) 在 m-RNA 和蛋白质水平上的表达，抑制 NF-κB 信号通路，以及抑制 PC-3 细胞增殖，诱导乳腺丝氨酸蛋白酶抑制剂的表达等途径，发挥抗前列腺抗癌作用<sup>[56-58]</sup>，也可抑制 HCT116 人结肠癌细胞的增殖以及诱导其死亡，发挥抗结肠癌活性<sup>[59-60]</sup>。此外其挥发油对人白血病细胞具有抗增殖和促凋亡作用<sup>[61]</sup>，并具有抗肺癌活性<sup>[62]</sup>。就目前熏鲁香在抗癌作用方面的研究来看，其在此方面的研究可取得更深入的发展，有利于临床多种癌症疾病的研究和治疗。

乳香中乳香酸类化合物具有抗癌作用，可抑

制前列腺素 E 合成酶-1, 降低前列腺素 E<sub>2</sub> 水平, 抑制 HT-29 细胞增殖、血管生成和迁移, 诱导细胞凋亡, 发挥前列腺抗癌活性<sup>[63]</sup>。乙酰基-11-羧基-β-乳香酸 (AKBA) 对结肠癌细胞 HCT-116、HT29、SW480 和 SW620 均具有抑制增殖作用<sup>[64]</sup>。此外乳香对人胰腺癌细胞株、人乳腺癌细胞系、人肝癌细胞株、人慢性髓性白血病细胞系、人宫颈癌细胞系、人舌癌细胞系均有明显的抑制增殖作用, 并且具有剂量相关性<sup>[65-67]</sup>。以上研究均表明乳香对癌症治疗药物的开发具有重要的参考价值。

熏鲁香、乳香均具有抗前列腺癌、结肠癌、白血病活性, 熏鲁香主要通过挥发油或乙醇、正己烷提取物发挥抗癌作用, 乳香则通过乳香酸类成分治疗癌症, 其中 AKBA 活性最强。未来通过对二者抗癌机制更深入的研究, 将对癌症疾病的治疗带来积极的影响。

### 3.3 抗氧化与抗炎作用

熏鲁香能够调节谷胱甘肽水平, 下调 CD36 mRNA 表达, 以及抑制人主动脉内皮细胞中内皮黏附分子表达, 发挥抗氧化/抗动脉粥样硬化作用<sup>[68-69]</sup>, 具有心脏保护特性。同时, 其在油性基质中表现出显著的抗氧化活性<sup>[70]</sup>。熏鲁香可作为人外周血单核细胞免疫调节剂, 促使 TNF-α 分泌减少、巨噬细胞移动抑制因子显著增加, 是活动性克罗恩病免疫的重要调节因子<sup>[71-72]</sup>。此外, 熏鲁香可通过抑制嗜酸性粒细胞增多, 减少气道炎症反应, 抑制支气管肺泡中炎症细胞因子 (IL-5 和 IL-13) 的产生以及趋化因子的表达, 对炎症性疾病发挥治疗作用<sup>[73]</sup>。

乳香中乳香酸类化合物具有良好的抗炎作用。该类成分能够抑制 5-脂氧合酶的形成, 从而减轻炎症, 且在所有乳香酸类成分中, AKBA 活性最强<sup>[74-77,39]</sup>。此外, β-乳香酸对 p38-MAP 激酶有抑制作用, 可阻止促炎因子、诱导抗炎因子的产生, 减轻炎症反应<sup>[78-80]</sup>。临床试验表明, 乳香对关节炎、结肠炎、水肿等均具有良好的治疗效果<sup>[81-83]</sup>。

熏鲁香、乳香均具有抗氧化和抗炎活性, 不同之处在于熏鲁香抗氧化作用研究较多, 在心血管病治疗中有极大的价值, 并可作为天然防腐剂; 而乳香在抗炎效果显著, 对炎症性疾病的研究与治疗具有巨大的意义。

## 4 质量控制情况

通过各国药典、各地区标准对熏鲁香、乳香质量控制情况进行研究整理, 对熏鲁香、乳香的质量标准进行比较, 具体见表 4。目前挥发油、树脂酸类成分为其质量控制的重要指标, 但质控手段主要集中在挥发油含量及定性分析中, 对有效成分定量分析的研究较少, 因此深入研究其化学成分不仅有利于药理作用、应用等研究迈入更深入的层面, 还可为其质量标准提高提供参考。

## 5 产业应用

熏鲁香与乳香在国内外均有广泛的应用, 两者在各领域应用中存在不同的侧重, 为明确熏鲁香和乳香在目前各领域产品开发、应用情况, 以及区别两者在实际生产、应用方面的不同, 从医药领域、保健领域、食品领域、日化领域等方面对熏鲁香、乳香的应用差异进行了比较, 具体见表 5。

通过熏鲁香与乳香在不同领域的应用研究表明, 熏鲁香在医药领域方向的研究还可进一步加深, 在食品领域熏鲁香作为天然食品添加剂具有巨大的开发潜力, 在保健、日化等领域熏鲁香与乳香均具有良好的开发前景, 以上研究均可为其进一步开发利用提供参考。

## 6 结语

熏鲁香与乳香均为进口传统药材, 在原植物形态、药材性状、功效等方面具有相似性, 古时并未对两味药加以细分。通过研究发现, 熏鲁香与乳香化学成分差异较大, 熏鲁香挥发油主要成分为 α-蒎烯, 乳香为乙酸辛酯, 此外, 两者树脂成分中基本无相同成分, 通过对其化学成分的检测可对其进行正确区分。现代药理研究证明熏鲁香、乳香均具有抗菌、抗癌、抗氧化和抗炎活性, 但熏鲁香抗菌活性、抗氧化活性较强, 另具有心脏保护特性和肝脏保护特性; 乳香抗炎临床研究较多, 活性较强。对熏鲁香药理活性的研究大多停留在挥发油、乙醇或正己烷提取物基础之上, 而对于具体的药效物质基础研究甚少, 树脂酸部分更是少有报道。对乳香的药效物质基础研究主要集中于五环三萜类化合物, 乳香酸类物质为药理活性研究重点, 而挥发油部分涉猎甚少。因此, 对熏鲁香、乳香各个部位的化学成分及药理作用有待深入研究。此外, 通过对国内外熏鲁香与乳香在医药、保健、食品、日化等领域的应

表4 质量标准对比

Table 4 Comparison of quality standards

标准	药材	基原	鉴别	杂质检查及其他规定	含量测定
《中国药典》 <sup>[9]</sup>	乳香	橄榄科乳香树 <i>Boswellia carterii</i> Birdw. 及同属植物 <i>Boswellia bhaw-dijiana</i> Birdw. 树皮渗出树脂	(1)本品燃烧时显油性,冒黑烟,有香气,加水研磨成白色或黄白色乳状液;(2)取粗粉置蒸发皿中,加入苯酚-四氯化碳(1:2)溶液2~3滴后,再滴加溴-四氯化碳(1:5)溶液1~2滴,即显褐紫色或紫色;(3)索马里乳香:取挥发油、 $\alpha$ -蒎烯对照品适量,加无水乙醇制成供试品、对照品溶液。照气相色谱法(通则0521)试验,分别取对照品溶液与供试品溶液各1 $\mu$ L,注入气相色谱仪。供试品溶液色谱中应呈现与对照品溶液色谱峰保留时间相一致的色谱峰;(4)埃塞俄比亚乳香:取挥发油、乙酸辛酯对照品,加无水乙醇作为供试品、对照品溶液。同索马里乳香鉴别方法试验	乳香珠不得过2%,原乳香不得过10%	索马里乳香含挥发油不得少于6.0%,埃塞俄比亚乳香含挥发油不得少于2.0%
《进口药材质量标准》 <sup>[84]</sup>	乳香	橄榄科乳香树 <i>Boswellia carterii</i> Birdw.及同属植物 <i>B. bhaw-dijiana</i> Birdw.树皮渗出树脂	(1)本品燃烧时显油性,冒黑烟,有香气,加水研磨成白色或黄白色乳状液;(2)取粗粉置蒸发皿中,加入苯酚-四氯化碳(1:2)溶液2~3滴后,再滴加溴-四氯化碳(1:5)溶液1~2滴,即显褐紫色或紫色;(3)索马里乳香:取挥发油、 $\alpha$ -蒎烯对照品适量,加无水乙醇制成供试品、对照品溶液。照气相色谱法(通则0521)试验,分别取对照品溶液与供试品溶液各1 $\mu$ L,注入气相色谱仪。供试品溶液色谱中应呈现与对照品溶液色谱峰保留时间相一致的色谱峰;(4)埃塞俄比亚乳香:取挥发油、乙酸辛酯对照品,加无水乙醇作为供试品、对照品溶液。同索马里乳香鉴别方法试验	乳香珠不得过2%,原乳香不得过10%	索马里乳香含挥发油不得少于6.0%,埃塞俄比亚乳香挥发油含乙酸辛酯( $C_{10}H_{20}O_2$ )应不低于18.0%
《台湾中药典》 <sup>[85]</sup>	乳香	橄榄科乳香树 <i>Boswellia carterii</i> Birdw. 及同属植物树皮部渗出树脂	取本品粉末3.0 g,加乙醇10 mL,超声2 h,过滤浓缩,定容至5 mL作为供试品溶液。另取乳香对照药材3.0 g,同法制成对照药材溶液。取上述溶液各5 $\mu$ L,分别点于含有荧光剂的矽胶薄层板上,以正己烷-乙酸乙酯(4:1)为展开剂,展开。待溶剂前沿上升至距原点约5~10 cm时,取出,晾干,喷以香荚兰醛/硫酸试液,于105 $^{\circ}$ C加热至斑点显色清晰,于可见光下检视,供试品色谱中,在与对照药材色谱相应位置显相同颜色斑点	水分 $\leq$ 15.0%,总灰分 $\leq$ 6.0%,酸不溶性灰分 $\leq$ 1.0%,总重金属 $\leq$ 10.0 $\times 10^{-5}$ ,砷 $\leq$ 5.0 $\times 10^{-5}$	稀乙醇抽提物不得少于6.0%;水抽提物不得少于12.0%
《维吾尔药志》 <sup>[2]</sup>	洋乳香	<i>Pistacia lentiscus</i> L.	本品于99 $^{\circ}$ C软化,105~120 $^{\circ}$ C熔融;在醚、氯仿、醋酸中全溶。溶于乙醇-四氯化碳(1:2)的混合液中,加溴试剂接触,则溶液呈红色	无	无
《欧洲药典》 <sup>[86]</sup>	乳香胶	<i>Pistacia lentiscus</i> L. var. <i>latifolius</i> Coss.	无	水分 $\leq$ 10 mL/kg;总灰分 $\leq$ 0.5%	挥发油含量 $\geq$ 10 mL/kg
《美国药典》 <sup>[87]</sup>	乳香	<i>Boswellia serrata</i> Roxb.	取本品约2.0 g加入甲醇50 mL,回流15 min作为供试品溶液。另取11-酮基- $\beta$ -乳香酸和3-乙酰基-11-酮基- $\beta$ -乳香酸溶于甲醇中作为对照品溶液。取上述溶液各10 $\mu$ L,分别点于硅胶薄层板上,以正己烷-醋酸乙酯(6:4)为展开剂,展开,取出,干燥,并在254 nm的紫外线下检视,喷以10%硫酸的甲醇溶液,于100 $^{\circ}$ C加热5~10 min,于可见光下检视,供试品色谱中,在与对照品色谱相应位置显相同颜色斑点	水分 $\leq$ 12.0%,总灰分 $\leq$ 2.0%,酸不溶性灰分 $\leq$ 0.5%,醇提取物 $\geq$ 56%,重金属 $\leq$ 2 $\times 10^{-5}$	$\beta$ -乳香酸的酮衍生物含量不得低于1.0%

表5 熏鲁香与乳香应用差异

Table 5 Application differences between mastiche and olibanum

领域	熏鲁香	乳香
医药领域	常与其他维药配伍成复方制剂,多应用在强身补脑、固精缩尿、消肿止痛、舒筋活血、强心等方向。作为消毒剂、刺激剂和甜味剂出现在英国药典中,并在希腊、法国、德国、比利时等欧洲国家的药典中均有记载,多用于治疗消化不良、腹泻、皮肤损伤等 <sup>[34]</sup>	在中药复方中应用广泛,多应用于活血化瘀、抗炎镇痛等制剂中,临床多应用于风湿痹痛、跌打损伤、血瘀疼痛、软坚散结、痛经、闭经、胃脘、疮痈肿痛、肠痈等方向
保健领域	可用于生产天然口香糖,保障口腔卫生、清新口气,并因其抗氧化活性,可作为保健品或功能性食品的防腐剂 <sup>[34]</sup>	主要用于外用保健品,具有除湿、强筋壮骨、消肿止痛、活血化瘀、舒经通络、止痒杀菌等功效,能有效作用于多种疾病,起效快、安全可靠、无毒副作用 <sup>[88]</sup>
食品领域	可作为面包添加剂使用,且在饼干、冰激凌、葡萄酒等中应用,无	无
日化领域	在拜占庭时期,熏鲁香就用于生产面霜、肥皂、牙膏 <sup>[34]</sup> ;含有熏鲁香的化妆品可控制皮脂细胞的皮脂分泌,并可减少皱纹和老化皮肤的出现,改善肤色。如今熏鲁香在国外日化领域应用广泛,洗发水、沐浴露、护手霜、身体霜、牙膏等产品中均含有熏鲁香 <sup>[20]</sup>	乳香在国内的应用较为广泛,洗手液、洗衣液、洗衣粉、洗洁精、洗发水、沐浴露等日用品专利中均包含乳香提取物;在面膜、润肤霜、乳液、香水等护肤品、化妆品中均包含乳香

用情况进行研究,发现乳香多应用于活血化瘀、抗炎镇痛等方向,对多种炎症性疾病和癌症疾病治疗药物的研发利用具有重要参考价值。熏鲁香在此基础上还可应用于强身补脑、强心护肝以及牙科等方向,且在食品领域有广泛应用,在防治疾病、抑菌防腐及保健美容等方面是很有潜力的天然药物,具有良好的开发前景。因此正确区分熏鲁香与乳香,并加大力度开展对二者的物质基础、药效活性和应用研究,将对其临床应用以及产品开发具有重要的意义。

**利益冲突** 所有作者均声明不存在利益冲突

#### 参考文献

- [1] 中华人民共和国卫生部药品标准 [S]. 维吾尔药分册. 1999: 69.
- [2] 刘勇民. 维吾尔药志 上 修订版 [M]. 乌鲁木齐: 新疆科技卫生出版社, 1999: 236.
- [3] 国家中医药管理局《中华本草》编委会. 中华本草[M]. 上海: 上海科学技术出版社, 1999: 231.
- [4] 金素安, 郭忻, 袁颖, 等. 《海药本草》中的薰陆香和乳头香 [J]. 江西中医药, 2013, 44(5): 67-68.
- [5] 李珣. 海药本草 [M]. 芜湖: 皖南医学院科研科, 1983: 19.
- [6] 贾敏如, 王甜甜, 卢晓琳, 等. 我国使用进口传统药物(药材)的历史(春秋至明清)和品种概况 [J]. 中国中药杂志, 2017, 42(9): 1659-1667.
- [7] 金素安, 郭忻. 外来药物传入史略: 先秦至隋唐五代时期 [J]. 中医药文化, 2011, 6(1): 25-29.
- [8] 国家中医药管理局《中华本草》编委会. 中华本草: 维吾尔药卷 [M]. 上海: 上海科学技术出版社, 2005: 596.
- [9] 中国药典 [S]. 一部. 2015: 223.
- [10] 赵晨苗. 乳香化学成分的研究 [D]. 长春: 吉林大学, 2015.
- [11] 宿树兰, 王团结, 段金殿. 常用树脂类药材资源分布、化学成分及药理活性研究进展 [J]. 国际药学研究杂志, 2009, 36(2): 109-114.
- [12] 董黎明, 张宏霞, 高莉, 等. 熏鲁香研究现状 [J]. 中国现代中药, 2016, 18(9): 1220-1223.
- [13] 刘伟, 刘玉霜, 陈玉, 等. 粘胶乳香树脂精油化学成分与生物活性研究进展 [J]. 中国中药杂志, 2019, 44(17): 3684-3694.
- [14] 张小波, 吕冬梅, 黄璐琦, 等. 基于“一带一路”的外来中药资源开发探讨 [J]. 中国中药杂志, 2018, 43(7): 1501-1506.
- [15] 蔡红蝶, 宿树兰, 周卫, 等. 乳香属药用植物中乳香酸类化学成分、生物活性及其作用机制研究进展 [J]. 中草药, 2016, 47(12): 2175-2181.
- [16] 孙磊, 徐纪民, 金红宇, 等. 乳香基原的本草学、植物学和成分分析研究 [J]. 中国中药杂志, 2011, 36(2): 112-116.
- [17] Koutsoudaki C, Krsek M, Rodger A. Chemical composition and antibacterial activity of the essential oil and the gum of *Pistacia lentiscus* var. *chia* [J]. *J Agric Food Chem*, 2005, 53(20): 7681-7685.
- [18] Papageorgiou V P, Mellidis A S, Argyriadou N. The chemical composition of the essential oil of mastic gum

- [J]. *J Essent Oil Res*, 1991, 3(2): 107-110.
- [19] Miyamoto T, Okimoto T, Kuwano M. Chemical composition of the essential oil of mastic gum and their antibacterial activity against drug-resistant *Helicobacter pylori* [J]. *Nat Prod Bioprospect*, 2014, 4(4): 227-231.
- [20] Paraschos S, Magiatis P, Gikas E, et al. Quality profile determination of Chios mastic gum essential oil and detection of adulteration in mastic oil products with the application of chiral and non-chiral GC-MS analysis [J]. *Fitoterapia*, 2016, 114: 12-17.
- [21] 李娟. 芹菜子等三味常用维吾尔药材质量研究 [D]. 乌鲁木齐: 新疆医科大学, 2013.
- [22] 石上梅, 田金改, 王宝琴. 进口乳香药材的检测方法研究 [J]. *中国中药杂志*, 2002, 27(3): 170-173.
- [23] 王维, 朱永新. 索马里乳香挥发油化学成分研究 [J]. *药物分析杂志*, 1993, 13(3): 170-173.
- [24] 赵金凤, 周春兰, 周凤琴, 等. 乳香挥发性成分 GC-MS 分析 [J]. *中国中药杂志*, 2011, 36(8): 1050-1053.
- [25] 张金龙, 黄雨婷, 严国俊, 等. 乳香挥发油成分的 GC-MS 分析 [J]. *中兽药学*, 2016, 14(4): 375-377.
- [26] 刘洪玲. 乳香挥发油化学成分的气相色谱-质谱分析 [J]. *时珍国医国药*, 2009, 20(2): 370-371.
- [27] 吴岳华, 周围, 张雅珩, 等. 热脱附-气相色谱/质谱联用法分析生、炙乳香挥发性成分 [J]. *质谱学报*, 2013, 34(1): 35-39.
- [28] 蒋海峰, 欧阳臻, 宿树兰, 等. 基于主成分分析和相似度分析的乳香药材质量评价研究 [J]. *中药材*, 2011, 34(6): 904-911.
- [29] Papageorgiou V P, Bakola-Christianopoulou M N, Apazidou K K, et al. Gas chromatographic-mass spectroscopic analysis of the acidic triterpenic fraction of mastic gum [J]. *J Chromatogr A*, 1997, 769(2): 263-273.
- [30] Marner F J, Freyer A, Lex J. Triterpenoids from gum mastic, the resin of *Pistacia lentiscus* [J]. *Phytochemistry*, 1991, 30(11): 3709-3712.
- [31] Karygianni L, Cecere M, Skaltsounis A L, et al. High-level antimicrobial efficacy of representative Mediterranean natural plant extracts against oral microorganisms [J]. *Biomed Res Int*, 2014, 2014: 839019.
- [32] Paraschos S, Magiatis P, Mitakou S, et al. *In vitro* and *in vivo* activities of Chios mastic gum extracts and constituents against *Helicobacter pylori* [J]. *Antimicrob Agents Chemother*, 2007, 51(2): 551-559.
- [33] Assimopoulou A N, Papageorgiou V P. GC-MS analysis of penta- and Tetra-cyclic triterpenes from resins of *Pistacia* species. Part I. *Pistacia Lentiscus* var. *Chia* [J]. *Biomed Chromatogr*, 2005, 19(4): 285-311.
- [34] Paraschos S, Mitakou S, Skaltsounis A L. Chios gum mastic: A review of its biological activities [J]. *Curr Med Chem*, 2012, 19(14): 2292-2302.
- [35] Akiyama T, Hayashi A, Yamazaki T, et al. Identification methods of terpenoid gum bases using TLC and GC/MS [J]. *J Food Hygienics Society Japan*, 2010, 51(5): 264-272.
- [36] Vuorinen A, Seibert J, Papageorgiou V, et al. *Pistacia lentiscus* oleoresin: Virtual screening and identification of masticadienonic and isomasticadienonic acids as inhibitors of 11 $\beta$ -hydroxysteroid dehydrogenase 1 [J]. *Planta Med*, 2015, 81(6): 525-532.
- [37] Colombini M P, Modugno F, Giannarelli S, et al. GC-MS characterization of paint varnishes [J]. *Microchem J*, 2000, 67(1/2/3): 385-396.
- [38] 李苗, 李伟. 乳香研究进展 [J]. *齐鲁药事*, 2012, 31(11): 667-669.
- [39] 张玉柱. 中药乳香的化学成分及生物活性研究 [D]. 上海: 东华大学, 2014.
- [40] 孙妍, 商庆辉. 乳香中三萜类化合物和药理活性的研究进展 [J]. *环球中医药*, 2016, 9(5): 616-620.
- [41] 常允平, 韩英梅, 张俊艳. 乳香的化学成分和药理活性研究进展 [J]. *现代药物与临床*, 2012, 27(1): 52-59.
- [42] 李福双, 徐康平, 袁寿洪, 等. 乳香大环二萜类化学成分研究 [J]. *有机化学*, 2010, 30(1): 107-111.
- [43] 孙磊, 张超, 田润涛, 等. 色谱指纹图谱结合化学计量学用于3种乳香的鉴别和质量评价 [J]. *中国药理学杂志*, 2015, 50(2): 140-146.
- [44] 任晋. 乳香的化学成分研究 [D]. 北京: 北京协和医学院, 2015.
- [45] 王峰. 安息香和乳香化学成分及抗肿瘤活性研究 [D]. 沈阳: 沈阳药科大学, 2007.
- [46] van den Berg K J, van der Horst J, Boon J J, et al. Cis-1, 4-poly- $\beta$ -myrcene; the structure of the polymeric fraction of mastic resin (*Pistacia lentiscus* L.) elucidated [J]. *Tetrahedron Lett*, 1998, 39(17): 2645-2648.
- [47] Aksoy A, Duran N, Toroglu S, et al. Short-term effect of mastic gum on salivary concentrations of cariogenic bacteria in orthodontic patients [J]. *Angle Orthod*, 2007, 77(1): 124-128.
- [48] Takahashi K, Fukazawa M, Motohira H, et al. A pilot study on antiplaque effects of mastic chewing gum in the oral cavity [J]. *J Periodontol*, 2003, 74(4): 501-505.
- [49] Dabos K J, Sfika E, Vlatka L J, et al. The effect of mastic gum on *Helicobacter pylori*: A randomized pilot study [J]. *Phytomedicine*, 2010, 17(3/4): 296-299.
- [50] Bona S. Bactericidal activity of *Pistacia lentiscus* gum mastic against *Helicobacter pylori* [J]. *Am J Gastroenterol*, 2001, 96(9): S49.

- [51] Magiatis P, Melliou E, Skaltsounis A L, *et al.* Chemical composition and antimicrobial activity of the essential oils of *Pistacia lentiscus* var. *chia* [J]. *Planta Med*, 1999, 65(8): 749-752.
- [52] Gkogka E, Hazeleger W C, Posthumus M A, *et al.* The antimicrobial activity of the essential oil of *Pistacia lentiscus* var. *chia* [J]. *J Essent Oil Bear Plants*, 2013, 16(6): 714-729.
- [53] Daifas D P, Smith J P, Blanchfield B, *et al.* Effects of mastic resin and its essential oil on the growth of proteolytic *Clostridium botulinum* [J]. *Int J Food Microbiol*, 2004, 94(3): 313-322.
- [54] 张冬雪, 程成, 王蕾, 等. 乳香提取物对两种牙周致病菌体外抑菌作用的研究 [J]. *中华老年口腔医学杂志*, 2017, 15(4): 224-227.
- [55] 饶本强, 李福荣, 张海宾. 乳香对几种病原微生物抗性作用的初步研究 [J]. *信阳师范学院学报: 自然科学版*, 2005, 18(1): 54-56.
- [56] He M L, Yuan H Q, Jiang A L, *et al.* Gum mastic inhibits the expression and function of the androgen receptor in prostate cancer cells [J]. *Cancer*, 2006, 106(12): 2547-2555.
- [57] He M L, Li A, Xu C S, *et al.* Mechanisms of antiprostata cancer by gum mastic: NF-kappaB signal as target [J]. *Acta Pharmacol Sin*, 2007, 28(3): 446-452.
- [58] He M L, Chen W W, Zhang P J, *et al.* Gum mastic increases maspin expression in prostate cancer cells [J]. *Acta Pharmacol Sin*, 2007, 28(4): 567-572.
- [59] Balan K V, Prince J, Han Z, *et al.* Antiproliferative activity and induction of apoptosis in human colon cancer cells treated *in vitro* with constituents of a product derived from *Pistacia lentiscus* L. var. *chia* [J]. *Phytomedicine*, 2007, 14(4): 263-272.
- [60] Dimas K, Hatziantoniou S, Wyche J H, *et al.* A mastic gum extract induces suppression of growth of human colorectal tumor xenografts in immunodeficient mice [J]. *In Vivo*, 2009, 23(1): 63-68.
- [61] Loutrari H, Magkouta S, Pyriochou A, *et al.* Mastic oil from *Pistacia lentiscus* var. *chia* inhibits growth and survival of human K562 leukemia cells and attenuates angiogenesis [J]. *Nutr Cancer*, 2006, 55(1): 86-93.
- [62] Moulos P, Papadodima O, Chatziioannou A, *et al.* A transcriptomic computational analysis of mastic oil-treated Lewis lung carcinomas reveals molecular mechanisms targeting tumor cell growth and survival [J]. *BMC Med Genomics*, 2009, 2: 68.
- [63] Ranjbarnejad T, Saidijam M, Moradkhani S, *et al.* Methanolic extract of *Boswellia serrata* exhibits anti-cancer activities by targeting microsomal prostaglandin E synthase-1 in human colon cancer cells [J]. *Prostaglandins Other Lipid Mediat*, 2017, 131: 1-8.
- [64] Takahashi M, Sung B, Shen Y, *et al.* Boswellic acid exerts antitumor effects in colorectal cancer cells by modulating expression of the let-7 and miR-200 microRNA family [J]. *Carcinogenesis*, 2012, 33(12): 2441-2449.
- [65] Xia L, Chen D, Han R, *et al.* Boswellic acid acetate induces apoptosis through caspase-mediated pathways in myeloid leukemia cells [J]. *Mol Cancer Ther*, 2005, 4(3): 381-388.
- [66] Ni X, Suhail M M, Yang Q, *et al.* Frankincense essential oil prepared from hydrodistillation of *Boswellia sacra* gum resins induces human pancreatic cancer cell death in cultures and in a xenograft murine model [J]. *BMC Complement Altern Med*, 2012, 12: 253.
- [67] 肖娟. 乳香挥发油抗肿瘤的作用机制研究 [D]. 长沙: 中南大学, 2007.
- [68] Dedoussis G V Z, Kaliora A C, Psarras S, *et al.* Antiatherogenic effect of *Pistacia lentiscus* via GSH restoration and downregulation of CD36 mRNA expression [J]. *Atherosclerosis*, 2004, 174(2): 293-303.
- [69] Loizou S, Paraschos S, Mitakou S, *et al.* Chios mastic gum extract and isolated phytosterol tirucalol exhibit anti-inflammatory activity in human aortic endothelial cells [J]. *Exp Biol Med: Maywood*, 2009, 234(5): 553-561.
- [70] Assimopoulou A N, Zlatanov S N, Papageorgiou V P. Antioxidant activity of natural resins and bioactive triterpenes in oil substrates [J]. *Food Chem*, 2005, 92(4): 721-727.
- [71] Kaliora A C, Stathopoulou M G, Triantafyllidis J K, *et al.* Chios mastic treatment of patients with active Crohn's disease [J]. *World J Gastroenterol*, 2007, 13(5): 748-753.
- [72] Kaliora A C, Stathopoulou M G, Triantafyllidis J K, *et al.* Alterations in the function of circulating mononuclear cells derived from patients with Crohn's disease treated with mastic [J]. *World J Gastroenterol*, 2007, 13(45): 6031-6036.
- [73] Qiao J, Li A, Jin X, *et al.* Mastic alleviates allergic inflammation in asthmatic model mice by inhibiting recruitment of eosinophils [J]. *Am J Respir Cell Mol Biol*, 2011, 45(1): 95-100.
- [74] 黄凯, 蒋世云, 陈柳军. 5-脂氧合酶及其抑制剂 [J]. *中国生物化学与分子生物学报*, 2014, 30(12): 1190-1196.
- [75] Sailer E R, Subramanian L R, Rall B, *et al.* Acetyl-11-keto-beta-boswellic acid (AKBA): Structure requirements for binding and 5-lipoxygenase inhibitory

- activity [J]. *Br J Pharmacol*, 1996, 117(4): 615-618.
- [76] Siemoneit U, Pergola C, Jazzar B, *et al.* On the interference of boswellic acids with 5-lipoxygenase: Mechanistic studies *in vitro* and pharmacological relevance [J]. *Eur J Pharmacol*, 2009, 606(1/2/3): 246-254.
- [77] 崔锐, 周金云. 乳香化学和药理的研究进展 [J]. 中国药理学杂志, 2003, 38(6): 407-410.
- [78] 李华涛. TGF- $\beta_1$ /Smads 信号转导通路在严重烧伤早期炎症反应中的作用和机制 [D]. 上海: 第二军医大学, 2005.
- [79] 陈旭林, 夏照帆, 韦多, 等. p38 丝裂原活化蛋白激酶信号转导通路和核因子- $\kappa$ B/抑制因子  $\kappa$ B 通路在烧伤后促炎性细胞因子产生中的相互作用 [J]. 中华外科杂志, 2006, 44(7): 492-495.
- [80] Altmann A, Fischer L, Schubert-Zsilavec M, *et al.* Boswellic acids activate p42MAPK and p38 MAPK and stimulate  $Ca^{2+}$  mobilization [J]. *Biochem Biophys Res Commun*, 2002, 290(1): 185-190.
- [81] Kimmatkar N, Thawani V, Hingorani L, *et al.* Efficacy and tolerability of *Boswellia serrata* extract in treatment of osteoarthritis of knee: A randomized double blind placebo controlled trial [J]. *Phytomedicine*, 2003, 10(1): 3-7.
- [82] Anthoni C, Laukoetter M G, Rijcken E, *et al.* Mechanisms underlying the anti-inflammatory actions of boswellic acid derivatives in experimental colitis [J]. *Am J Physiol Gastrointest Liver Physiol*, 2006, 290(6): G1131-G1137.
- [83] Banno N, Akihisa T, Yasukawa K, *et al.* Anti-inflammatory activities of the triterpene acids from the resin of *Boswellia carteri* [J]. *J Ethnopharmacol*, 2006, 107(2): 249-253.
- [84] 进口药材质量标准 [S]. 2004: 456.
- [85] 台湾中药典 [S]. 第2版. 2013: 563.
- [86] 欧洲药典 [S]. 10版. 2020: 756.
- [87] 美国药典 [S]. 42版. 2019: 693.
- [88] 李红锋. 一种外用保健品及其制备方法: CN108434410A [P]. 2018-08-24.
- [89] Mizzoni F, Cesaro S N. Study of the organic residue from a 2600-year old Etruscan plumpekanne [J]. *Spectrochimica Acta Part A: Mol Biomol Spectrosc*, 2007, 68(2): 377-381.

[责任编辑 时圣明]