

## 草果化学成分、药理作用、临床应用研究进展及质量标志物预测分析

尚明越<sup>1</sup>, 王嘉乐<sup>1</sup>, 代国娜<sup>1</sup>, 郑加梅<sup>1</sup>, 宋经元<sup>2</sup>, 段宝忠<sup>1\*</sup>

1. 大理大学药学院, 云南 大理 671000

2. 中国医学科学院药用植物研究所, 北京 100093

**摘要:** 草果 *Tsaoko Fructus* 是重要的药食同源品种, 为云南道地药材, 应用广泛, 具燥湿温中、截疟除痰功效, 具有调节胃肠功能、抗菌、抗炎、抗氧化、抗肿瘤、降糖和调脂等药理作用, 主要化学成分包括挥发油、酚、黄酮、二苯基庚烷和双环壬烷类等。现代研究认为, 与其传统功效相关的药理作用主要体现在胃肠道系统, 活性成分为挥发油和酚类物质。根据质量标志物的核心理念, 基于草果化学成分和药理作用的研究进展, 从植物亲缘、药效、药性、配伍、化学成分可测性等方面, 对草果质量标志物进行预测分析, 初步确定 1,8-桉油精、柠檬醛、2-癸烯醛、香叶醛、原儿茶酸和香草酸等为其可能的质量标志物, 为草果质量评价和研究开发提供科学参考。

**关键词:** 草果; 挥发油; 黄酮类; 抗菌; 抗炎; 抗氧化; 抗肿瘤; 临床应用; 质量标志物; 1,8-桉油精; 柠檬醛; 2-癸烯醛; 香叶醛; 原儿茶酸; 香草酸

中图分类号: R286

文献标志码: A

文章编号: 0253-2670(2022)10-3251-18

DOI: 10.7501/j.issn.0253-2670.2022.10.035

## A review on chemical constituents, pharmacological effects, and clinical applications of *Tsaoko Fructus* and predictive analysis of its Q-Markers

SHANG Ming-yue<sup>1</sup>, WANG Jia-le<sup>1</sup>, DAI Guo-na<sup>1</sup>, ZHENG Jia-mei<sup>1</sup>, SONG Jing-yuan<sup>2</sup>, DUAN Bao-zhong<sup>1</sup>

1. College of Pharmaceutical Science, Dali University, Dali 671000, China

2. Institute of Medicinal Plants Development, Chinese Academy of Medical Sciences, Beijing 100093, China

**Abstract:** Caoguo (*Tsaoko Fructus*) is a well-known traditional Chinese medicine. It has been widely used in China for centuries as a homology of medicine and food, which has dispelled dampness, warming stomach, preventing malaria, and resolving phlegm. Many compounds have been identified, including volatile oils, polyphenols, flavonoids, diarylheptanoids, and bicyclic nonane. Diverse biological activities of *Tsaoko Fructus* have been demonstrated, such as gastrointestinal regulation, anti-bacterial, anti-inflammatory, anti-oxidation, anti-tumor, decreasing plasma glucose levels, and reducing lipid synthesis. Meanwhile, modern studies have shown that volatile oils and polyphenol components play a crucial role, and the gastrointestinal system is the central aspect that reflects the correlation between pharmacological and traditional effects. The present paper aims to review the chemical compositions and pharmacological effects of *Tsaoko Fructus*. In addition, based on the concept of Q-Marker, the Q-Markers of *Tsaoko Fructus* were predicted from genetic relationships, traditional efficacy, medicinal properties, compound compatibility environment, and component measurability. The result indicated that the possible Q-Markers could be regarded as the 1,8-cineole, neral, 2-decenal, geranial, protocatechuic acid, vanillic acid, etc. This review provides an exciting insight into the quality evaluation of *Tsaoko Fructus*.

**Key words:** *Tsaoko Fructus*; volatile oils; flavonoids; anti-bacterial; anti-inflammatory; anti-oxidation; anti-tumor; clinical application; quality marker; 1,8-cineole; neral; 2-decenal; geranial; protocatechuic acid; vanillic acid

草果为传统大宗药材, 来源于姜科豆蔻属植物草果 *Amomum tsao-ko* Crevost et Lemaire, 药用部位为果实, 是历版《中国药典》收载品种, 具燥湿温

中、截疟除痰之功, 用于寒湿内阻、脘腹胀痛、痞满呕吐、疟疾寒热、瘟疫发热<sup>[1]</sup>, 主产于云南, 是重要的道地药材, 在食品香料和中成药领域广泛应

收稿日期: 2021-11-27

基金项目: 云南省院士专家工作站(202105AF150053); 云南省重大科技专项(202002AA100007); 云南省万人“青年拔尖人才”计划项目(YNWR-QNBJ-2020251)

作者简介: 尚明越, 硕士研究生, 研究方向为中药资源与鉴定。E-mail: smyueue@163.com

\*通信作者: 段宝忠, 教授, 研究方向为中药资源与鉴定。Tel: (0872)2257411 E-mail: bzduan@126.com

用<sup>[2]</sup>。近年来,随着对草果研究的逐渐深入,其化学成分和药理作用取得了较大进展,研究人员已从草果中分离获得具有调节胃肠功能、抗菌、抗炎、抗氧化等作用的挥发油、酚、二苯基庚烷、双环壬烷等多种化学成分<sup>[3]</sup>。当前,虽已有部分学者对草果的化学成分、生物活性等进行了综述<sup>[2-4]</sup>,但尚缺乏全面系统的总结,限制了对草果的系统认识和开发利用。研究发现,草果质量参差不齐,其常受种源、生长环境、加工方法等多方面因素的影响<sup>[5-6]</sup>;然而,当前草果质量标准仅以总挥发油含量作为质控指标,与中药材中功效相关物质的关联性不强,无法满足当前中药质量控制及评价要求<sup>[7]</sup>。鉴于此,本文在草果化学成分、药理作用及临床应用进行综述的基础上,结合质量标志物(quality marker, Q-Marker)概念<sup>[8]</sup>,从草果植物亲缘学及化学成分

相关性、传统功效、传统药性、复方配伍环境、化学成分可测性等方面对其 Q-Marker 成分进行预测分析,以期对草果质量控制和品质评价提供参考。

## 1 化学成分

草果化学成分多样,目前分离得到包括挥发油类、酚类、黄酮类、二苯基庚烷类、双环壬烷类等化学成分,其中以挥发油、酚类为主要的活性成分。

### 1.1 挥发油类

挥发油是草果的主要成分之一,具有多种药理活性。目前已分离鉴定了多种挥发油类成分,主要包括单萜烯、含氧单萜、倍半萜烯、含氧倍半萜、脂肪族、芳香族等6大类<sup>[9-30]</sup>,其中以1,8-桉油精、柠檬醛、香叶醇、2-癸烯醛等为主要成分。各化合物信息及结构见表1、图1(1~133)。

表1 草果中挥发油类成分

Table 1 Classification of volatile oils in *Tsaoko Fructus*

编号	类别	名称	化学式	文献
1	单萜烯	$\alpha$ -侧柏烯( $\alpha$ -thujene)	C <sub>10</sub> H <sub>16</sub>	9
2		$\alpha$ -蒎烯( $\alpha$ -pinene)	C <sub>10</sub> H <sub>16</sub>	9, 20
3		$\beta$ -蒎烯( $\beta$ -pinene)	C <sub>10</sub> H <sub>16</sub>	9
4		莰烯(camphene)	C <sub>10</sub> H <sub>16</sub>	9
5		桉烯(sabinene)	C <sub>10</sub> H <sub>16</sub>	9
6		$\alpha$ -水芹烯( $\alpha$ -phellandrene)	C <sub>10</sub> H <sub>16</sub>	9, 20-21
7		$\alpha$ -松油烯( $\alpha$ -terpinene)	C <sub>10</sub> H <sub>16</sub>	9, 22
8		$\gamma$ -松油烯( $\gamma$ -terpinene)	C <sub>10</sub> H <sub>16</sub>	9
9		萜品油烯(terpinolene)	C <sub>10</sub> H <sub>16</sub>	9
10		对-聚伞花烃( <i>p</i> -cymene)	C <sub>10</sub> H <sub>14</sub>	9
11	含氧单萜	3-葑烯(3-carene)	C <sub>10</sub> H <sub>16</sub>	20, 23
12		(+)-4-葑烯 [(+)-4-carene]	C <sub>10</sub> H <sub>16</sub>	21
13		3-苯基戊烷 [benzene,(1-ethylpropyl)-]	C <sub>10</sub> H <sub>16</sub>	24
14		$\beta$ -月桂烯( $\beta$ -myrcene)	C <sub>10</sub> H <sub>16</sub>	9, 23
15		罗勒烯(ocimene)	C <sub>10</sub> H <sub>16</sub>	9, 21, 25
16		萹烷醇(5-caranol)	C <sub>10</sub> H <sub>18</sub> O	21
17		龙脑(5-caranol)	C <sub>10</sub> H <sub>18</sub> O	21-22
18		1,8-桉油精(1,8-cineole)	C <sub>10</sub> H <sub>18</sub> O	9
19		葑醇(fenchol)	C <sub>10</sub> H <sub>18</sub> O	9, 22
20		反式香芹醇( <i>trans</i> -carveol)	C <sub>10</sub> H <sub>16</sub> O	9
21		<i>cis-p</i> -menth-2-en-1-ol	C <sub>10</sub> H <sub>18</sub> O	9
22		<i>trans-p</i> -menth-2-en-1-ol	C <sub>10</sub> H <sub>18</sub> O	9
23		<i>cis-p</i> -mentha-2,8-dien-1-ol	C <sub>10</sub> H <sub>16</sub> O	9
24		异胡薄荷醇(isopulegol)	C <sub>10</sub> H <sub>18</sub> O	9, 26
25	iso-isopulegol	C <sub>10</sub> H <sub>18</sub> O	9	
26	<i>cis</i> -chrysanthenol	C <sub>10</sub> H <sub>16</sub> O	9	
27	$\delta$ -松油醇( $\delta$ -terpineol)	C <sub>10</sub> H <sub>18</sub> O	9	
28	4-萜烯醇(terpinen-4-ol)	C <sub>10</sub> H <sub>18</sub> O	9, 21, 23	
29	$\alpha$ -松油醇( $\alpha$ -terpineol)	C <sub>10</sub> H <sub>18</sub> O	9	
30	<i>cis</i> -piperitol	C <sub>10</sub> H <sub>18</sub> O	9	
31	<i>trans</i> -piperitol	C <sub>10</sub> H <sub>18</sub> O	9	
32	茴香脑(anethole)	C <sub>10</sub> H <sub>12</sub> O	9, 22	
33	反式-松香芹醇 [ <i>trans</i> -(-)-pinocarveol]	C <sub>10</sub> H <sub>16</sub> O	22	
34	紫苏醇(perillyl alcohol)	C <sub>10</sub> H <sub>16</sub> O	26	

续表 1

编号	类别	名称	化学式	文献
35		樟脑 (bornanone)	C <sub>10</sub> H <sub>16</sub> O	22
36		(-)-桃金娘烯醇 [(-)-myrtenol]	C <sub>10</sub> H <sub>16</sub> O	22
37		(R)-氧化柠檬烯 [(R)-oxidized limonene]	C <sub>10</sub> H <sub>16</sub> O	26
38		马鞭烯醇 (cis-verbenol)	C <sub>10</sub> H <sub>16</sub> O	26
39		桃金娘醛 (myrtanal)	C <sub>10</sub> H <sub>16</sub> O	22
40		香芹醇 (carveol)	C <sub>10</sub> H <sub>16</sub> O	22
41		4-侧柏醇 (4-thujanol)	C <sub>10</sub> H <sub>18</sub> O	27
42		2,3-蒎烷二醇 (2,3-pinenediol)	C <sub>10</sub> H <sub>18</sub> O <sub>2</sub>	26
43		香茅醇 (citronellol)	C <sub>10</sub> H <sub>20</sub> O	22
44		芳樟醇 (linalool)	C <sub>10</sub> H <sub>18</sub> O	9
45		橙花醇 (nerol)	C <sub>10</sub> H <sub>18</sub> O	9
46		柠檬醛 (neral)	C <sub>10</sub> H <sub>16</sub> O	9
47		香叶醇 (geraniol)	C <sub>10</sub> H <sub>18</sub> O	9
48		香叶醛 (geranial)	C <sub>10</sub> H <sub>16</sub> O	9
49		乙酸香叶酯 (geranyl acetate)	C <sub>12</sub> H <sub>20</sub> O <sub>2</sub>	9
50	倍半萜	γ-衣兰油烯 (γ-muurolene)	C <sub>15</sub> H <sub>24</sub>	9
51		大牛儿烯 D (germacrene D)	C <sub>15</sub> H <sub>24</sub>	9
52		α-衣兰油烯 (α-muurolene)	C <sub>15</sub> H <sub>24</sub>	9
53		δ-杜松烯 (δ-cadinene)	C <sub>15</sub> H <sub>24</sub>	9
54		别香树烯 [(-)-alloaromadendrene]	C <sub>15</sub> H <sub>24</sub>	22
55		β-榄香烯 (β-elemene)	C <sub>15</sub> H <sub>24</sub>	22
56		α-石竹烯 (α-caryophyllene)	C <sub>15</sub> H <sub>24</sub>	22
57		古巴烯 (copaene)	C <sub>15</sub> H <sub>24</sub>	21
58		(+)-香橙烯 [(+)-aromadendrene]	C <sub>15</sub> H <sub>24</sub>	26
59		1-石竹烯 (1-caryophyllene)	C <sub>15</sub> H <sub>24</sub>	22
60		α-萜澄茄烯 (α-cubebene)	C <sub>15</sub> H <sub>24</sub>	22
61		β-萜澄茄烯 (β-cubebene)	C <sub>15</sub> H <sub>24</sub>	22
62		β-杜松烯 (β-cadinene)	C <sub>15</sub> H <sub>24</sub>	21
63	含氧倍半萜	雪松醇 (cedrol)	C <sub>15</sub> H <sub>26</sub> O	22
64		cis-4,10-epoxy-amorphane	C <sub>15</sub> H <sub>26</sub> O	9
65		榄香醇 (elemol)	C <sub>15</sub> H <sub>26</sub> O	9, 22
66		1-epi-cubenol	C <sub>15</sub> H <sub>26</sub> O	9, 28
67		cubenol	C <sub>15</sub> H <sub>26</sub> O	9
68		β-桉叶油醇 (β-eudesmol)	C <sub>15</sub> H <sub>26</sub> O	9
69		α-桉叶油醇 (α-eudesmol)	C <sub>15</sub> H <sub>26</sub> O	22
70		(-)-斯巴醇 [(-)-spathulenol]	C <sub>15</sub> H <sub>24</sub> O	22
71		环氧石竹烯 (caryophyllene oxide)	C <sub>15</sub> H <sub>24</sub> O	22
72		愈创木醇 (guaiol)	C <sub>15</sub> H <sub>26</sub> O	21, 23
73		布藜醇 (bulnesol)	C <sub>15</sub> H <sub>26</sub> O	22
74		金合欢醇 (farnesol)	C <sub>15</sub> H <sub>26</sub> O	22, 26
75		(E)-橙花叔醇 [(E)-nerolidol]	C <sub>15</sub> H <sub>26</sub> O	9, 21
76	脂肪族	正己醛 (hexanal)	C <sub>6</sub> H <sub>12</sub> O	9
77		2-己烯醛 [(2E)-hexenal]	C <sub>6</sub> H <sub>10</sub> O	9
78		庚醛 (heptanal)	C <sub>7</sub> H <sub>14</sub> O	9
79		壬醛 (nonanal)	C <sub>9</sub> H <sub>18</sub> O	9
80		2-癸烯醛 (2-decenal)	C <sub>10</sub> H <sub>18</sub> O	9, 23
81		2-十二烯醛 (2-dodecenal)	C <sub>12</sub> H <sub>22</sub> O	25
82		辛醛 (octanal)	C <sub>8</sub> H <sub>16</sub> O	21
83		(E)-2-辛烯醛 [(E)-2-octenal]	C <sub>8</sub> H <sub>14</sub> O	22
84		10-十一烯醛 (10-undecenal)	C <sub>11</sub> H <sub>20</sub> O	26
85		2-甲基丁醛 (2-methyl-butyradehyde)	C <sub>5</sub> H <sub>9</sub> O	27
86		2-十三烯醛 (2-13 allyl aldehyde)	C <sub>13</sub> H <sub>24</sub> O	27
87		3-甲基丁醛 (3-methyl-butyradehyde)	C <sub>5</sub> H <sub>9</sub> O	27
88		癸醛 (decanal)	C <sub>10</sub> H <sub>20</sub> O	26
89		戊醛 (amyl aldehyde)	C <sub>5</sub> H <sub>10</sub> O	27
90		trans-2,3,3a,7a-tetrahydro-1H-indene-4-carbaldehyde	C <sub>10</sub> H <sub>12</sub> O	22
91		cis-2,3,3a,7a-tetrahydro-1H-indene-4-carbaldehyde	C <sub>10</sub> H <sub>12</sub> O	22

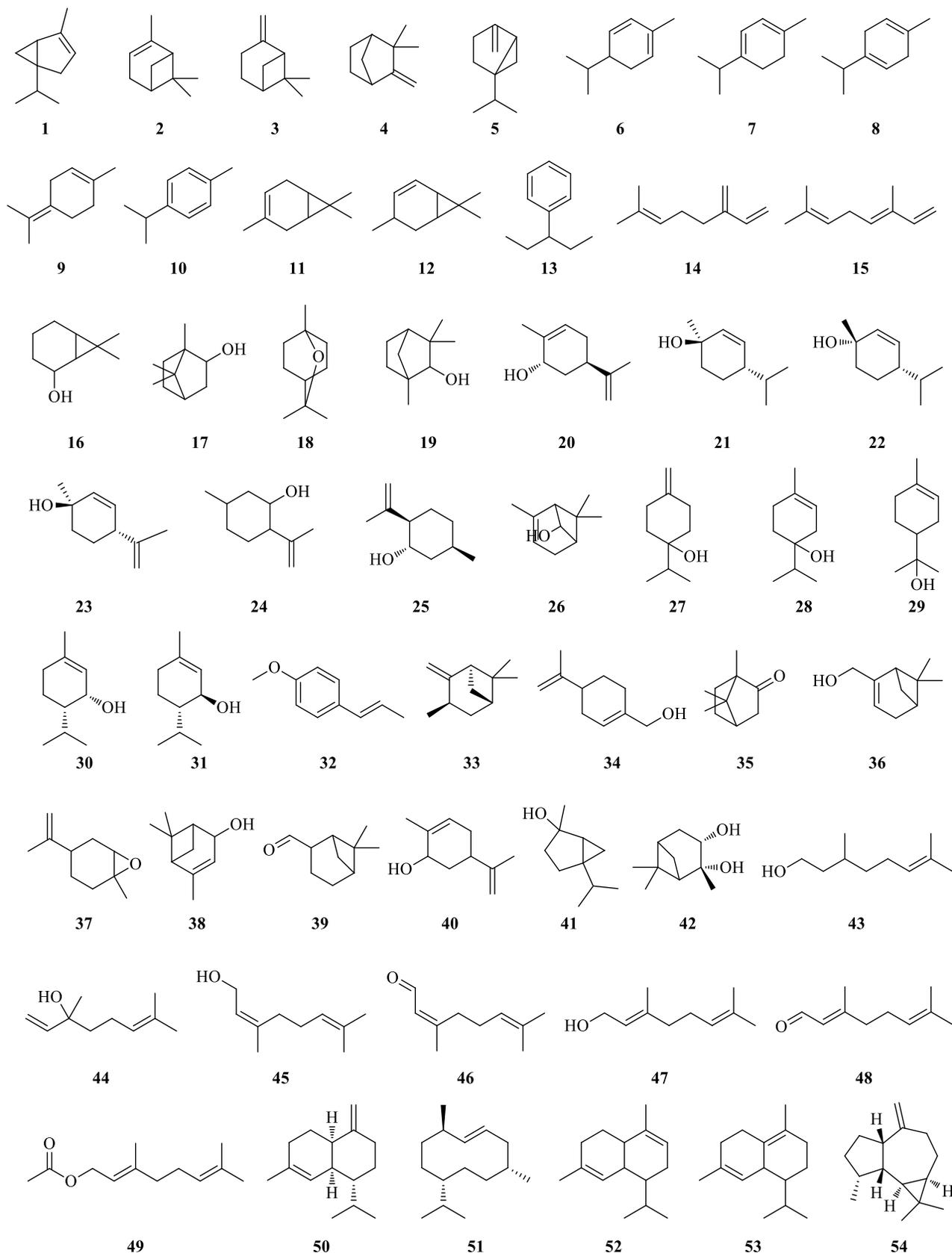
续表 1

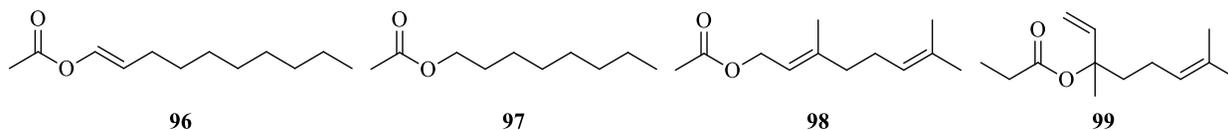
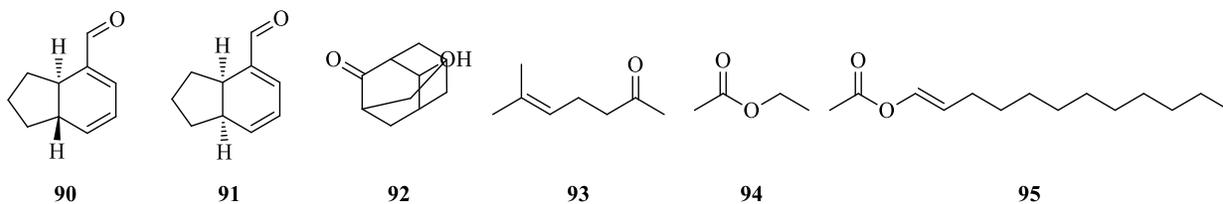
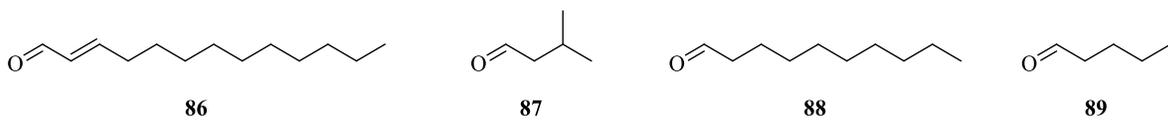
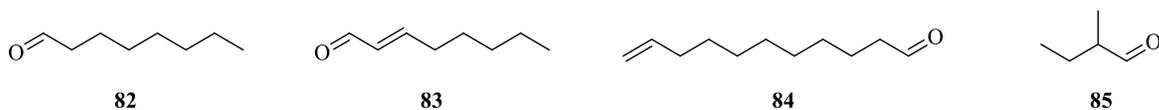
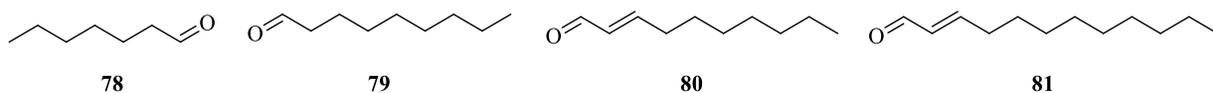
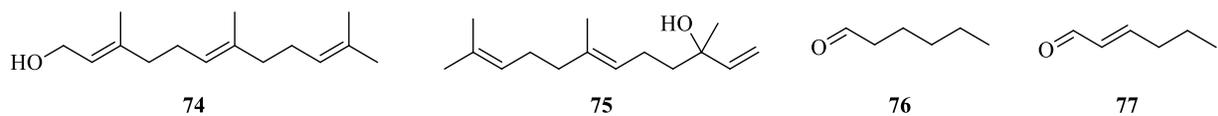
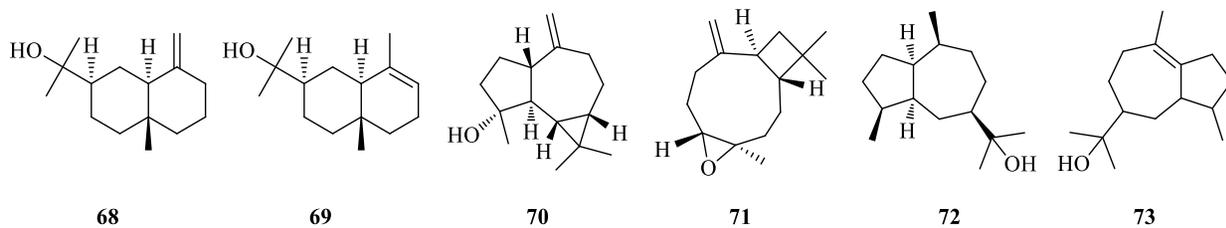
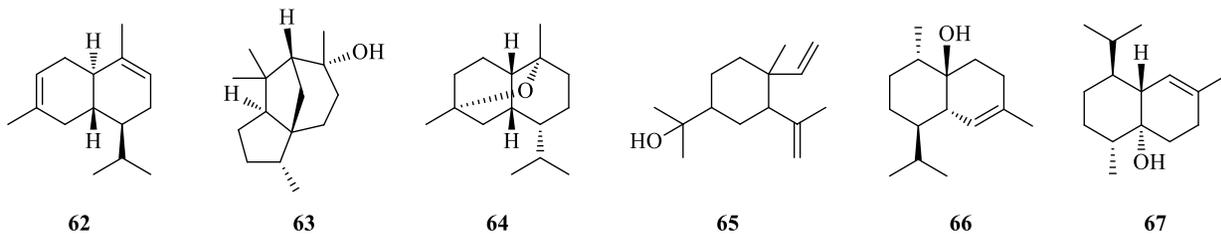
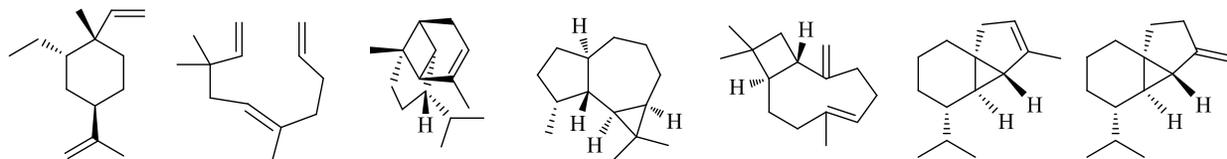
编号	类别	名称	化学式	文献
92		4-羟基-2-金刚烷酮 (4-hydroxyadamantan-2-one)	C <sub>10</sub> H <sub>14</sub> O <sub>2</sub>	26
93		甲基庚烯酮 (6-methyl-5-hepten-2-one)	C <sub>8</sub> H <sub>14</sub> O	9
94		醋酸乙酯 (ethyl acetate)	C <sub>4</sub> H <sub>8</sub> O <sub>2</sub>	29
95		1-十二碳烯醇醋酸酯 (1-dodecen-1-ol acetate)	C <sub>14</sub> H <sub>26</sub> O <sub>2</sub>	25
96		(2E)-decenyl acetate	C <sub>12</sub> H <sub>22</sub> O <sub>2</sub>	9
97		乙酸辛酯 (octanol acetate)	C <sub>10</sub> H <sub>20</sub> O <sub>2</sub>	9, 25
98		3,7-二甲基-2,6-辛二烯醇乙酸酯 (3,7-dimethyl-2,6-octadien-1-yl acetate)	C <sub>12</sub> H <sub>20</sub> O <sub>2</sub>	27
99		丙酸芳樟酯 (linalyl propionate)	C <sub>13</sub> H <sub>22</sub> O <sub>2</sub>	26
100		3,5,5-三甲基己基丙烯酸酯 (3,5,5-trimethylhexyl prop-2-enoate)	C <sub>12</sub> H <sub>22</sub> O <sub>2</sub>	26
101		丙位十二内酯 (4-dodecanolide)	C <sub>12</sub> H <sub>22</sub> O <sub>2</sub>	26
102		亚油酸乙酯 (ethyl linoleate)	C <sub>20</sub> H <sub>36</sub> O <sub>2</sub>	26
103		亚油酸 (linoleic acid)	C <sub>18</sub> H <sub>32</sub> O <sub>2</sub>	25
104		十八碳酸 (octadecenoic acid)	C <sub>18</sub> H <sub>36</sub> O <sub>2</sub>	25
105		9-十八碳烯酸 (9-octadecenoic acid)	C <sub>18</sub> H <sub>34</sub> O <sub>2</sub>	25
106		癸酸 (decanoic acid)	C <sub>10</sub> H <sub>20</sub> O <sub>2</sub>	22
107		辛酸 (octanoic acid)	C <sub>8</sub> H <sub>16</sub> O <sub>2</sub>	22
108		棕榈酸 (hexadecanoic acid)	C <sub>16</sub> H <sub>32</sub> O <sub>2</sub>	25
109		肉豆蔻酸 (tetradecanoic acid)	C <sub>14</sub> H <sub>28</sub> O <sub>2</sub>	25
110		<i>n</i> -辛醇 ( <i>n</i> -octanol)	C <sub>8</sub> H <sub>18</sub> O	9
111		(E)-2-octen-1-ol	C <sub>8</sub> H <sub>16</sub> O	9
112		2-癸烯醇 (2-decenol)	C <sub>10</sub> H <sub>20</sub> O	22
113		反-2-十一烯-1-醇 ( <i>trans</i> -2-undecen-1-ol)	C <sub>11</sub> H <sub>22</sub> O	22
114		2-甲基-3-丁烯-2-醇 (2-methyl-3-butylene-2-ol)	C <sub>8</sub> H <sub>10</sub> O	27
115		正己醇 ( <i>n</i> -hexanol)	C <sub>6</sub> H <sub>14</sub> O	9
116		正丁基甲醚 ( <i>n</i> -butyl methyl ether)	C <sub>5</sub> H <sub>12</sub> O	9
117		2-正丁基呋喃 (2- <i>n</i> -butylfuran)	C <sub>8</sub> H <sub>12</sub> O	9
118		环氧十二烷 (cyclododecene oxide)	C <sub>12</sub> H <sub>22</sub> O	26
119		2,8-癸二烯-1,10-二醇 (2,8-decadiene-1,10-diol)	C <sub>10</sub> H <sub>18</sub>	30
120	芳香族	甲苯 (toluene)	C <sub>7</sub> H <sub>8</sub>	27
121		苯甲醛 (benzaldehyde)	C <sub>7</sub> H <sub>6</sub> O	21
122		2,4-二甲基苯甲醛 (2,4-dimethyl-benzaldehyde)	C <sub>9</sub> H <sub>10</sub> O	25
123		$\alpha$ -甲基肉桂醛 ( $\alpha$ -methylcinnamaldehyde)	C <sub>10</sub> H <sub>10</sub> O	26
124		2-异丙基苯甲醛 (2-isopropylbenzaldehyde)	C <sub>10</sub> H <sub>12</sub> O	9
125		4-丙基苯甲醛 (4-propyl-benzaldehyde)	C <sub>10</sub> H <sub>12</sub> O	23
126		(E)-3-苯基丁-2-烯醛 (2-propenal,3-methyl-3-phenyl)	C <sub>10</sub> H <sub>10</sub> O	9
127		2-苯基丁醛 (2-phenylbutanal)	C <sub>10</sub> H <sub>12</sub> O	26
128		1,2-苯二甲酸-2-乙基辛酯 (1,2-benzenedicarboxylic acid)	C <sub>24</sub> H <sub>38</sub> O <sub>4</sub>	25
129		邻苯二甲酸二乙酯 (diethyl phthalate)	C <sub>12</sub> H <sub>14</sub> O <sub>4</sub>	9
130		1,6,7-三甲基萘 (1,6,7-three-methylnaphthalene)	C <sub>13</sub> H <sub>14</sub>	27
131		1,4,5-三甲基萘 (1,4,5-three-methylnaphthalene)	C <sub>13</sub> H <sub>14</sub>	27
132		1,2,3-三甲基-4-丙烯基萘 (1,2,3-trimethyl-4-allyl-naphthalene)	C <sub>16</sub> H <sub>18</sub>	27
133		2,3-二氢-1 <i>H</i> -茚-4-甲醛 (1 <i>H</i> -indene-4-carboxaldehy)	C <sub>10</sub> H <sub>10</sub> O	22

### 1.2 酚类

酚类化合物是草果中富含的另一类主要成分，在抗氧化方面发挥了重要作用。李志君等<sup>[10]</sup>采用

LC-MS 分析了草果中的酚类物质，并发现其对 DPPH 和 ABTS 自由基具有较强的清除作用。王暉等<sup>[11]</sup>采用 Sephadex LH-20 及 Chromatorex ODS 柱色





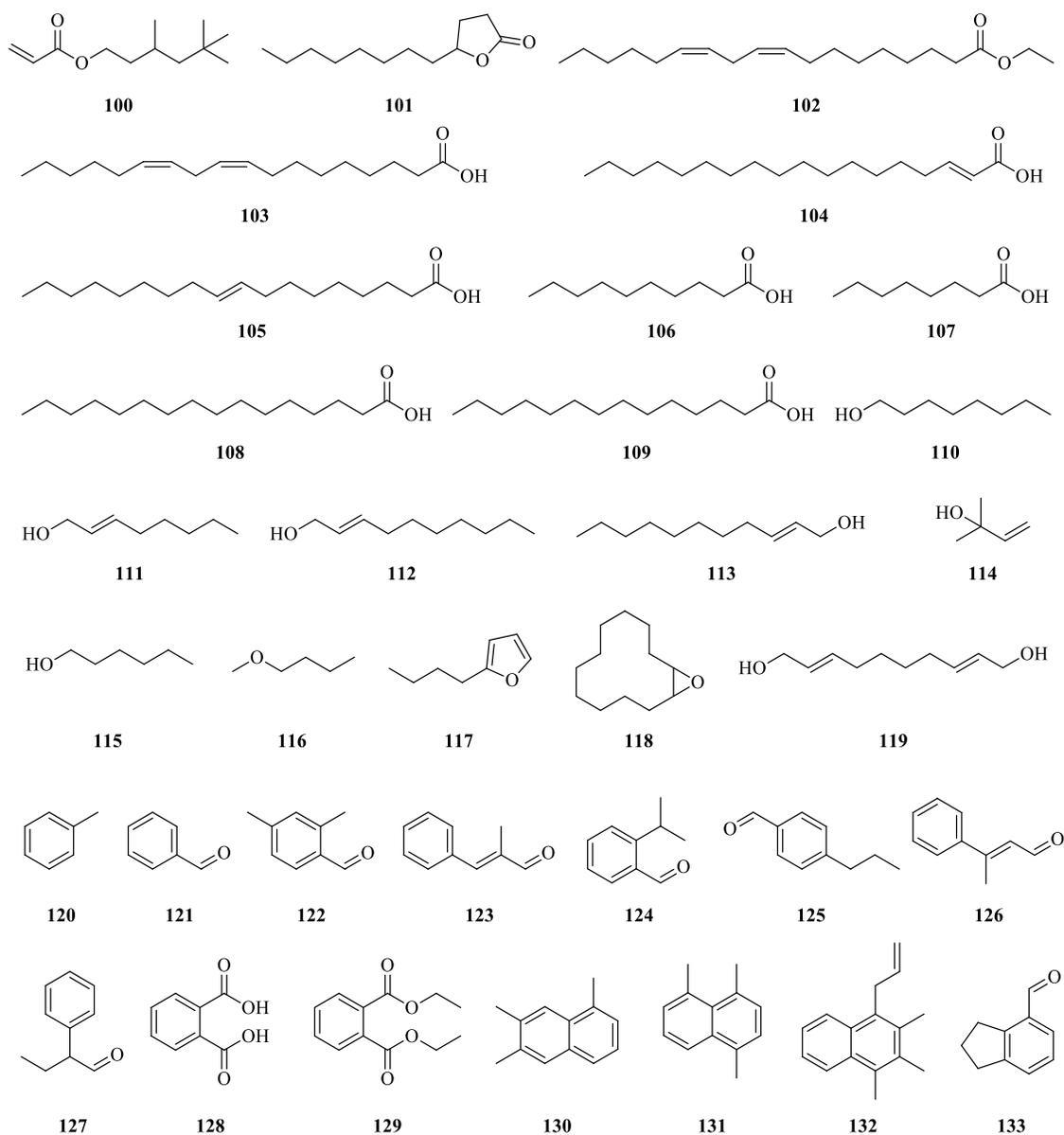


图1 草果中挥发油类化合物结构

Fig. 1 Structure of volatile oils in *Tsaoko Fructus*

谱, 分离得到邻苯三酚、对羟基苯甲酸、原儿茶酸等 9 个酚性化合物, 其中 1 个为新的酚性配糖体。具体化合物信息及结构见表 2、图 2。

### 1.3 黄酮类

草果中目前已分离得到 20 多种黄酮类化合物, 主要有 3',5'-二-C-β-D-吡喃葡萄糖基根皮素、芦丁、槲皮素、槲皮素-7-O-β-葡萄糖苷、槲皮素-3-O-β-D-吡喃葡萄糖苷等。具体化合物信息及结构见表 3、图 3。

### 1.4 二苯基庚烷类

二苯基庚烷类成分具有抗炎、抗氧化、抗菌、抗病毒、抗肿瘤等作用<sup>[12]</sup>, 目前从草果中分离到 6

种二苯基庚烷类化合物。如宋启示<sup>[13]</sup>从草果中分离得到草果酮, 并发现其具有一定的抗氧化活性。Lee 等<sup>[14-15]</sup>分离到(+)-汉诺酚、中-汉诺酚。详细信息及结构见表 4、图 4。

### 1.5 双环壬烷类

草果中双环壬烷类成分主要发挥抗炎、抗真菌作用。宋启示<sup>[13]</sup>从草果中分离得到草果素(tsaokoin), Moom 等<sup>[16]</sup>分离得到其异构体 isotsaokoin, 并发现其具有抗真菌活性; 6,7-dihydroxy-indan-4-carbaldehyde、6-hydroxy-indan-4-carbaldehyde 也相继被分离<sup>[14]</sup>。具体化合物信息及结构见表 4、图 4。

表 2 草果中酚类化合物  
Table 2 Classification of polyphenols in *Tsaoko Fructus*

编号	名称	化学式	文献
134	邻甲酚 (o-cresol)	C <sub>7</sub> H <sub>8</sub> O	9
135	间甲酚 (meta-cresol)	C <sub>7</sub> H <sub>8</sub> O	9
136	对苯二酚 (hydroquinone)	C <sub>6</sub> H <sub>6</sub> O <sub>2</sub>	31
137	邻苯二酚 (catechol)	C <sub>6</sub> H <sub>6</sub> O <sub>2</sub>	31
138	邻苯三酚 (pyrogalllic acid)	C <sub>6</sub> H <sub>6</sub> O <sub>3</sub>	11
139	3-甲氧基儿茶酚 (3-methoxy-catechol)	C <sub>7</sub> H <sub>8</sub> O <sub>3</sub>	31
140	4-甲氧基邻苯二酚 (4-methoxy-catechol)	C <sub>7</sub> H <sub>8</sub> O <sub>3</sub>	31
141	对羟基苯甲酸 ( <i>p</i> -hydroxybenzoic acid)	C <sub>7</sub> H <sub>6</sub> O <sub>3</sub>	11, 32
142	原儿茶酸 (protocatechuic acid)	C <sub>7</sub> H <sub>6</sub> O <sub>4</sub>	11
143	香草酸 (vanillic acid)	C <sub>8</sub> H <sub>8</sub> O <sub>4</sub>	11
144	间羟基苯甲酸 (3-hydroxybenzoic acid)	C <sub>7</sub> H <sub>6</sub> O <sub>3</sub>	31
145	龙胆酸 (gentisic)	C <sub>7</sub> H <sub>6</sub> O <sub>4</sub>	10
146	3,5-二羟基苯甲酸 (2-methoxy-resorcinol)	C <sub>7</sub> H <sub>6</sub> O <sub>4</sub>	31
147	2-甲氧基对苯二酚 (2-methoxy-hydroquinone)	C <sub>7</sub> H <sub>8</sub> O <sub>3</sub>	31
148	2-甲氧基间苯二酚 (2-methoxy-resorcinol)	C <sub>7</sub> H <sub>8</sub> O <sub>3</sub>	31
149	2,6-二甲氧基苯酚 (2,6-dimethoxyphenol)	C <sub>8</sub> H <sub>10</sub> O <sub>3</sub>	32
150	1,3-二甲氧基苯 (1,3-dimethoxybenzene)	C <sub>8</sub> H <sub>10</sub> O <sub>2</sub>	31
151	4-甲氧基苯甲醛 (4-methoxybenzaldehyde)	C <sub>8</sub> H <sub>8</sub> O <sub>2</sub>	31
152	5-硝基异香兰素 (3-hydroxy-4-methoxybenzaldehyde)	C <sub>8</sub> H <sub>7</sub> NO <sub>5</sub>	31
153	3-甲氧基苯甲醛 (3-methoxy-benzaldehyde)	C <sub>8</sub> H <sub>8</sub> O <sub>2</sub>	31
154	香草醛 (3-methoxy-4-hydroxy-benzaldehyde)	C <sub>8</sub> H <sub>8</sub> O <sub>3</sub>	31
155	原儿茶醛 (protocatechualdehyde)	C <sub>7</sub> H <sub>6</sub> O <sub>3</sub>	32
156	4-羟基-2,5-二甲氧基苯甲醛 (4-hydroxy-2,5-dimethoxy-benzaldehyde)	C <sub>9</sub> H <sub>10</sub> O <sub>4</sub>	31
157	2-甲氧基苯甲醛 (2-methoxy-benzaldehyde)	C <sub>8</sub> H <sub>8</sub> O <sub>2</sub>	31
158	5-茛满甲醛 (5-indancarbaldehyde)	C <sub>10</sub> H <sub>10</sub> O	31
159	4-茛满甲醛 (4-indancarbaldehyde)	C <sub>10</sub> H <sub>10</sub> O	31
160	6,7-二羟基-4-吡啶卡巴醛 (6,7-dihydroxy-4-indancarbaldehyde)	C <sub>10</sub> H <sub>9</sub> O <sub>3</sub>	31
161	香芹酚 (carvacrol)	C <sub>10</sub> H <sub>14</sub> O	9
162	丁香酚 (eugenol)	C <sub>10</sub> H <sub>12</sub> O <sub>2</sub>	9
163	4-乙基-2-甲氧基苯酚 (4-ethyl-2-methoxy-phenol)	C <sub>9</sub> H <sub>12</sub> O <sub>2</sub>	9
164	4-(2-羟基丙基)-苯酚 [4-(2-hydroxy-propyl)-phenol]	C <sub>9</sub> H <sub>12</sub> O <sub>2</sub>	31
165	咖啡酸 ( <i>cis</i> -caffeic acid)	C <sub>9</sub> H <sub>8</sub> O <sub>4</sub>	33
166	2-(4-羟基-3-甲氧基苯甲酰基)-4-甲氧基苯甲醛 [2-(4-hydroxy-3-methoxybenzoyl)-4-methoxy-benzaldehyde]	C <sub>16</sub> H <sub>14</sub> O <sub>5</sub>	31
167	表儿茶素 (epicatechin)	C <sub>15</sub> H <sub>14</sub> O <sub>6</sub>	32
168	(-)-儿茶素 [(-)-catechin]	C <sub>15</sub> H <sub>14</sub> O <sub>6</sub>	32
169	2-甲氧基-1,4-二苯酚-1- <i>O</i> -[6- <i>O</i> -(3-甲氧基-4-羟基苯甲酰基)]-β- <i>D</i> -吡喃葡萄糖苷 (2-methoxy-1,4-biphenol-1- <i>O</i> -[6- <i>O</i> -(3-methoxy-4-hydroxybenzoyl)]-β- <i>D</i> -glucopyranoside)	C <sub>21</sub> H <sub>24</sub> O <sub>11</sub>	11
170	原花青素 B <sub>2</sub> (procyanidin B <sub>2</sub> )	C <sub>30</sub> H <sub>26</sub> O <sub>12</sub>	10

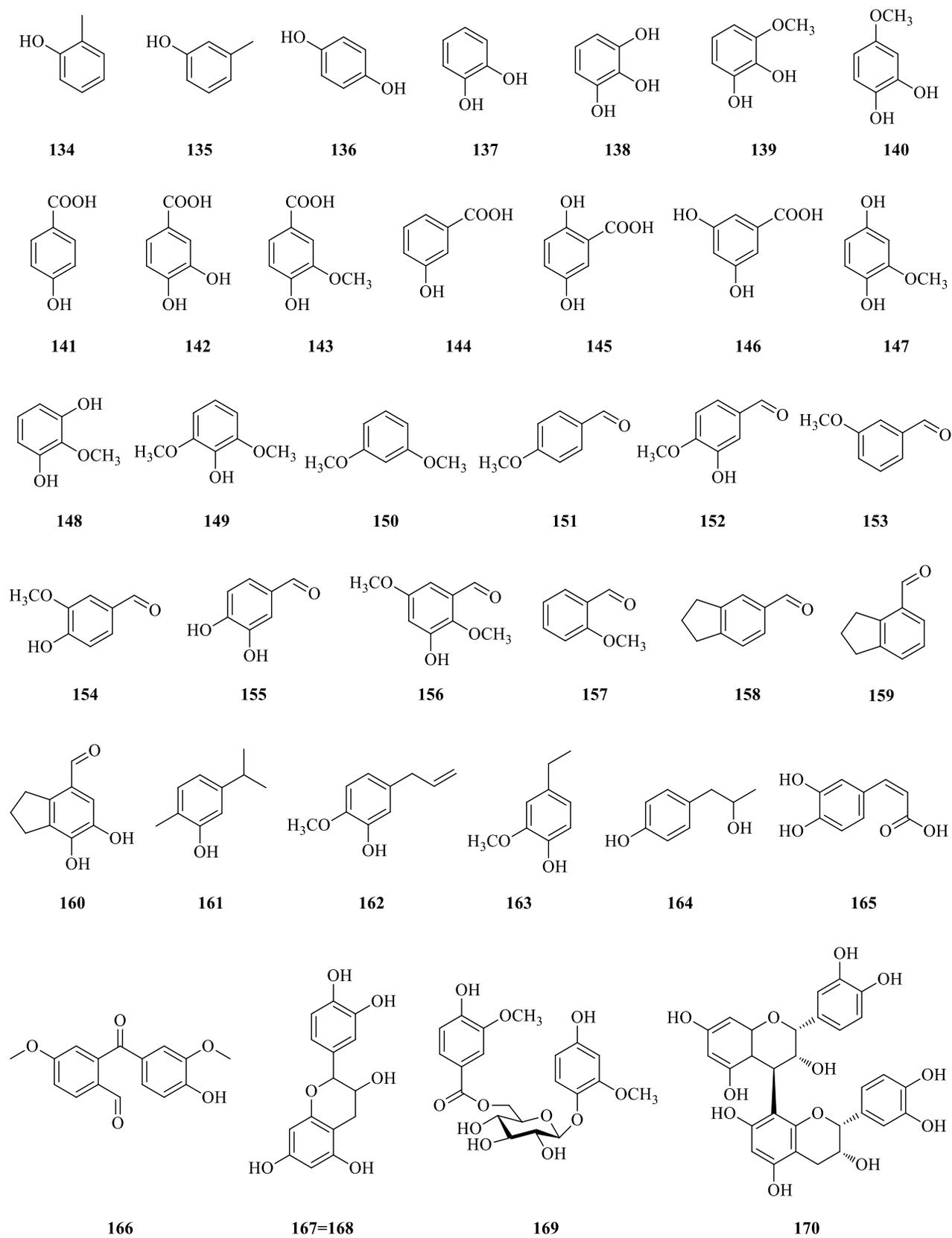


图2 草果中酚类化合物化学结构

Fig. 2 Structure of polyphenols in *Tsaoko Fructus*

### 1.6 其他类

除上述成分外，部分学者还从草果中分离得到谷甾醇、胡萝卜甾醇等甾醇类化合物<sup>[17]</sup>；刘小玲等<sup>[18]</sup>采用化学成分系统预试法，对果壳和种仁的化学成分定性研究显示，草果中还含有多糖、蛋白质、鞣质、有机酸、蒽醌、强心苷等成分。此外，普岳红等<sup>[19]</sup>研究发现还含有天门冬氨酸、苏氨酸、丝氨酸等多种氨基酸和硫、磷、钾、钙、镁、铁、锌、铜、锰等微量元素。

## 2 药理作用

### 2.1 调节胃肠功能

邱赛红等<sup>[34]</sup>发现草果提取物能显著增加大鼠胃黏膜血流量和胃液分泌，且挥发油强于水提物。

亦有研究表明，草果挥发油可抑制小鼠小肠蠕动，且呈剂量相关系<sup>[35]</sup>；小鼠排便和小肠运动实验，发现草果水提物可显著改善洛哌丁胺诱导的小鼠便秘症状，高剂量水提物的效果与麻仁丸基本相当<sup>[36]</sup>；同时，研究还发现姜炮制的草果可有效拮抗肾上腺素引起的回肠运动抑制和乙酰胆碱引起的回肠痉挛<sup>[37]</sup>。此外，研究显示草果提取物对胃黏膜具有保护作用，能够抑制胃溃疡的形成，其机制可能与抑制幽门螺杆菌的生长有关<sup>[38]</sup>。

### 2.2 抗菌作用

草果具有广泛的抗菌活性，对多种细菌和真菌均具有抑制作用。研究显示草果提取物可明显延缓鲫鱼腐败变质，可用于防腐，保鲜效果与山梨酸钾相当<sup>[39]</sup>，

表3 草果中黄酮类化合物

Table 3 Classification of flavonoids in *Tsaoko Fructus*

编号	类别	名称	化学式	文献
171	黄酮	3',5'-二-C-β-D-吡喃葡萄糖基根皮素 (3',5'-di-C-β-D-glucopyranosylphloretin)	C <sub>27</sub> H <sub>34</sub> O <sub>15</sub>	11
172		7,3'-二羟基-4'-甲氧基黄烷 (3',7'-dihydroxy-4'-methoxy-flavan)	C <sub>16</sub> H <sub>16</sub> O <sub>4</sub>	31
173		(2R,3R,4R)-3',5'-dimethoxy-3,4,7,4'-tetrahydroxy-flavan	C <sub>17</sub> H <sub>18</sub> O <sub>7</sub>	31
174		槲皮素 (quercetin)	C <sub>15</sub> H <sub>10</sub> O <sub>7</sub>	17
175		槲皮素-7-O-β-葡萄糖苷 (quercetin-7-O-β-glucoside)	C <sub>21</sub> H <sub>20</sub> O <sub>12</sub>	32
176		芦丁 (rutin)	C <sub>27</sub> H <sub>30</sub> O <sub>16</sub>	11
177		槲皮素-3-O-β-D-吡喃葡萄糖苷 (quercetin-3-O-β-D-glucopyranoside)	C <sub>21</sub> H <sub>20</sub> O <sub>12</sub>	11, 17
178		甘草黄酮 B (licoflavone B)	C <sub>25</sub> H <sub>26</sub> O <sub>4</sub>	31
179		金丝桃苷 (hyperoside)	C <sub>21</sub> H <sub>20</sub> O <sub>12</sub>	10
180		木樨草素-7-O-β-D-葡萄糖苷 (luteolin-7-O-β-D-glucoside)	C <sub>21</sub> H <sub>20</sub> O <sub>11</sub>	10
181		tsaokonol A	C <sub>26</sub> H <sub>28</sub> O <sub>5</sub>	15
182		tsaokonol B	C <sub>26</sub> H <sub>28</sub> O <sub>5</sub>	15
183		tsaokonol C	C <sub>26</sub> H <sub>28</sub> O <sub>4</sub>	15
184		tsaokonol D	C <sub>26</sub> H <sub>28</sub> O <sub>4</sub>	15
185		tsaokonol E	C <sub>31</sub> H <sub>36</sub> O <sub>5</sub>	15
186		tsaokonol F	C <sub>31</sub> H <sub>36</sub> O <sub>5</sub>	15
187		tsaokonol G	C <sub>31</sub> H <sub>36</sub> O <sub>4</sub>	15
188		tsaokonol H	C <sub>31</sub> H <sub>36</sub> O <sub>4</sub>	15
189	查耳酮	tsaokonol I	C <sub>31</sub> H <sub>36</sub> O <sub>5</sub>	15
190		tsaokonol J	C <sub>31</sub> H <sub>36</sub> O <sub>4</sub>	15
191		4'-羟基-4-甲氧基查耳酮 (4'-hydroxy-4-methoxychalcone)	C <sub>16</sub> H <sub>14</sub> O <sub>3</sub>	31
192		4,4'-二甲氧基查耳酮 (4,4'-dimethoxychalcone)	C <sub>17</sub> H <sub>16</sub> O <sub>3</sub>	31
193		2',4'-二羟基-4-甲氧基查耳酮 (2',4'-dihydroxy-4-methoxy-chalcone)	C <sub>16</sub> H <sub>14</sub> O <sub>4</sub>	31
194		4'-羟基-2'-甲氧基查耳酮 (4'-hydroxy-2'-methoxychalcone)	C <sub>16</sub> H <sub>14</sub> O <sub>3</sub>	31
195		美托查酮 (2',4,4'-trimethoxychalcone)	C <sub>18</sub> H <sub>18</sub> O <sub>4</sub>	31
196		4-羟基-2'-甲氧基查耳酮 (4-hydroxy-2'-methoxychalcone)	C <sub>16</sub> H <sub>14</sub> O <sub>3</sub>	31
197		4-羟基-4'-甲氧基查耳酮 (4-hydroxy-4'-methoxychalcone)	C <sub>16</sub> H <sub>14</sub> O <sub>3</sub>	31

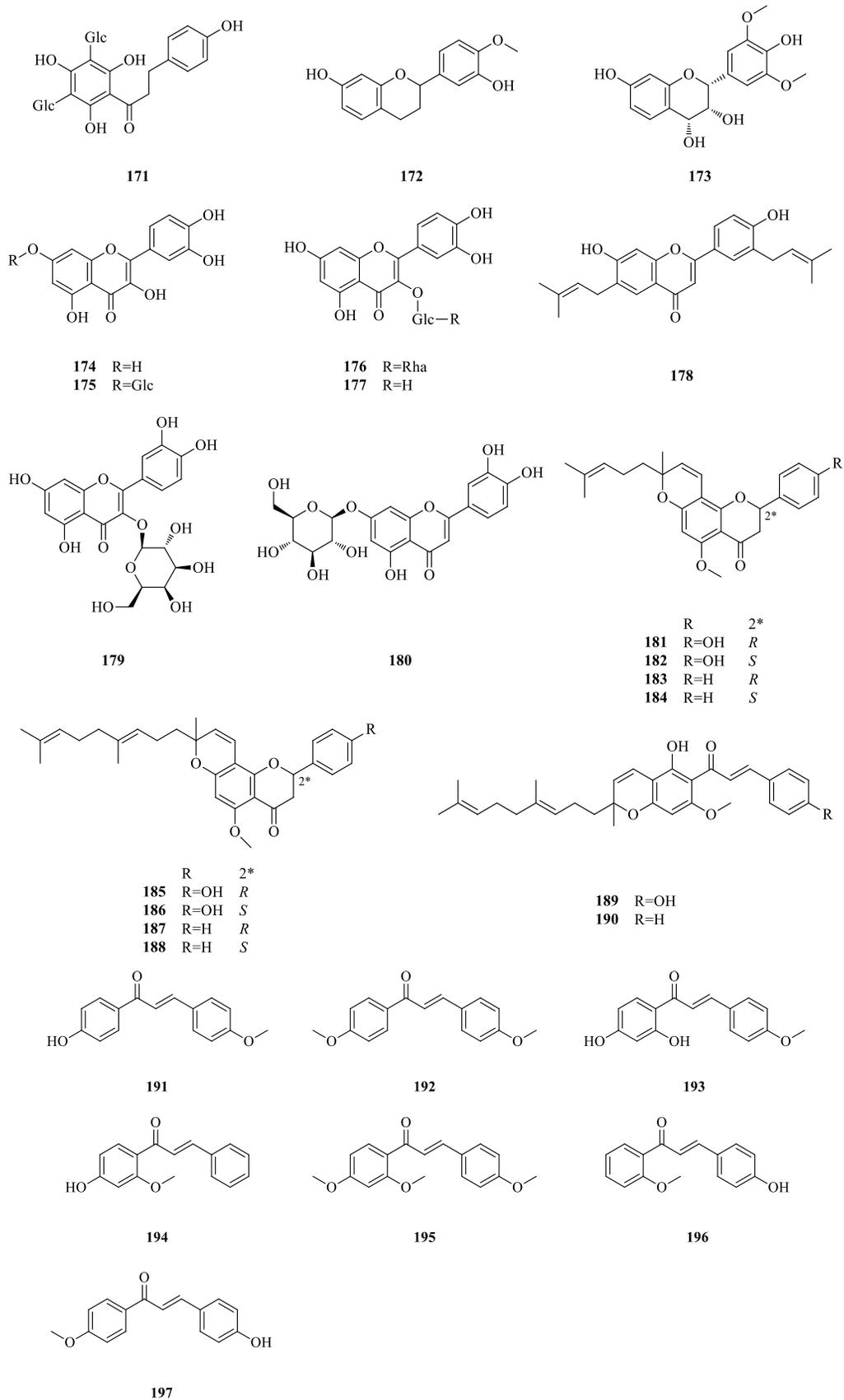


图3 草果中黄酮类化合物化学结构  
Fig. 3 Structure of flavonoids in *Tsaoko Fructus*

表4 草果中二苯基庚烷及双环壬烷类化合物

Table 4 Classification of diarylheptanoids and bicyclic nonane in *Tsaoko Fructus*

编号	类别	名称	化学式	文献
198	二苯基庚烷类	中-汉诺酚 (meso-hannokinol)	C <sub>19</sub> H <sub>24</sub> O <sub>4</sub>	17
199		(+)-汉诺酚 [(+)-hannokinol]	C <sub>19</sub> H <sub>24</sub> O <sub>4</sub>	14
200		1,7-bis(4-hydroxyphenyl)-4(E)-hepten-3-one	C <sub>19</sub> H <sub>20</sub> O <sub>3</sub>	31
201		草果酮 (tsaokone)	C <sub>20</sub> H <sub>20</sub> O <sub>4</sub>	13
202		2,3-dihydro-2-(4'-hydroxy-phenylethyl)-6-[(3'',4''-dihydroxy-5''-methoxy)phenyl]-4-pyrone	C <sub>20</sub> H <sub>20</sub> O <sub>6</sub>	17
203		4-dihydro-2-(4'-hydroxy-phenylmethyl)-6-[(3'',4''-dihydroxy-5''-methoxyphenyl)-methylene]-pyran-3,5-dione	C <sub>20</sub> H <sub>18</sub> O <sub>7</sub>	17
204	双环壬烷类	6,7-dihydroxy-indan-4-carbaldehyde	C <sub>10</sub> H <sub>10</sub> O <sub>3</sub>	14
205		6-hydroxy-indan-4-carbaldehyde	C <sub>10</sub> H <sub>10</sub> O <sub>2</sub>	14
206		异草果素 (isotsaokoin)	C <sub>10</sub> H <sub>14</sub> O <sub>2</sub>	16
207		草果素 (tsaokoin)	C <sub>10</sub> H <sub>14</sub> O <sub>2</sub>	13, 16

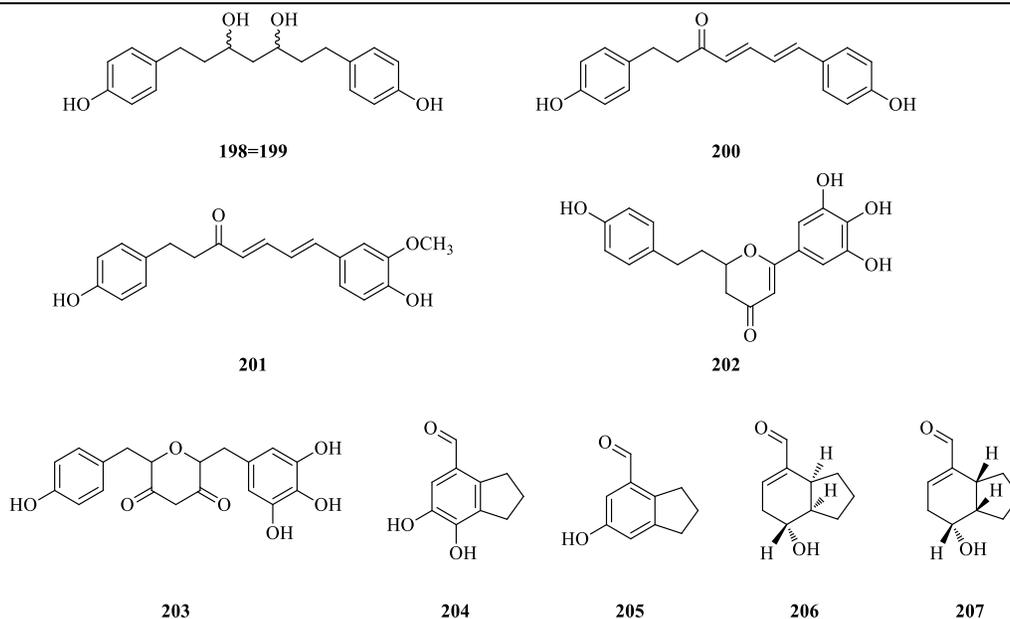


图4 草果中二苯基庚烷类 (198~203)、双环壬烷类化合物 (204~207) 结构

Fig. 4 Structure of diarylheptanoids (198~203) and bicyclic nonane (204~207) in *Tsaoko Fructus*

且对革兰阳性菌和酵母菌具有明显抑制作用<sup>[40]</sup>；唐志凌等<sup>[41]</sup>研究表明，草果提取物可抑制大肠杆菌和沙门氏菌，其机制为破坏细胞形态，增加细胞壁通透性和胞内物质外泄，从而抑制细菌的生长繁殖；同时草果提取物还对幽门螺旋杆菌具有较强的抑制作用，并可保护胃黏膜、抑制溃疡的形成<sup>[38]</sup>。此外，草果挥发油对白色念珠菌标准株 SC5314、白色念珠菌耐药株 23<sup>#</sup>、金黄色葡萄球菌、大肠杆菌均有不同程度的抑制效果，尤其对白色念珠菌的抑菌效果更强<sup>[42]</sup>；草果精油对细菌和霉菌具有明显的抑制作用<sup>[43]</sup>；亦有研究发现，草果挥发油具有较强的体外抗耐甲氧西林金黄色葡萄球菌 (methicillin-resistant staphylococcus aureus,

MRSA) 活性，可逆转 MRSA 对 β-内酰胺类抗生素的多重耐药性<sup>[44]</sup>。

### 2.3 抗炎作用

炎症反应是机体对病理性刺激的一种正常防御反应<sup>[45]</sup>。研究表明，草果提取物具有显著的抗炎活性，其主要机制为抑制一氧化氮 (nitric oxide, NO) 的生成而改善炎症反应。如 Shin 等<sup>[46]</sup>发现草果甲醇提取物具有较好的抗炎活性，其机制为激活活性氧 (reactive oxygen species, ROS)、丝裂原活化蛋白激酶 (mitogen-activated protein kinases, MAPKs)、转录因子 Nrf2 (nuclear factor-E2-related factor 2, Nrf2) 介导的血红素加氧酶-1 (heme oxygenase-1, HO-1)

信号通路,抑制脂多糖(lipopolysaccharide, LPS)诱导的NO释放和诱导型一氧化氮合酶(inducible nitric oxide synthase, iNOS)的表达;同时,可显著抑制LPS诱导的小鼠小胶质细胞中NO生成<sup>[14]</sup>;草果醋酸乙酯提取物可抑制巨噬细胞(RAW 264.7)释放NO,其中表儿茶素和化合物CG-5在高浓度下抗炎作用较强;除异草果素外,其余化合物均能保护神经细胞株PC-12细胞免受H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>的损伤,具有良好的抗炎活性<sup>[47]</sup>。此外, Kim等<sup>[30]</sup>研究发现,草果所含的2,8-癸二烯-1,10-二醇可同时作用于多个靶点抑制炎症反应,机制为下调iNOS和环氧合酶-2(cyclooxygenase-2, COX-2)的表达,抑制NO和前列腺素E<sub>2</sub>(prostaglandin E<sub>2</sub>, PGE<sub>2</sub>)的产生,并能抑制MAPKs通路,降低LPS诱导的白细胞介素-6(interleukin-6, IL-6)和肿瘤坏死因子- $\alpha$ (tumor necrosis factor- $\alpha$ , TNF- $\alpha$ )等炎症因子的表达。

## 2.4 抗氧化作用

草果提取物有明显的清除自由基、抗氧化的作用,是极具潜力的天然抗氧化剂<sup>[48]</sup>。刘小红等<sup>[49]</sup>研究表明草果乙醇提取物对DPPH自由基的清除率超过90%;研究发现草果不同部位精油均具有一定的抗氧化能力,其中根精油对DPPH自由基的清除能力最高,花精油对ABTS<sup>+</sup>自由基的清除能力最高,而茎叶精油对Fe<sup>3+</sup>的还原能力最高<sup>[50]</sup>;草果多酚类物质的抗氧化能力明显高于挥发油<sup>[51]</sup>;不同草果提取物抗氧化活性比较发现,由强到弱为正丁醇>石油醚>醋酸乙酯>水<sup>[52]</sup>;在一定浓度范围内,草果中总黄酮、挥发油和酚类化合物的抗氧化活性随浓度的增加而增大<sup>[10, 53-54]</sup>。此外,草果甲醇溶出物可显著提高小鼠血浆及肝组织中谷胱甘肽(glutathione, GSH)、超氧化物歧化酶(superoxide dismutase, SOD)、谷胱甘肽过氧化酶(glutathione peroxidase, GSH-Px)指标,降低丙二醛(malondialdehyde, MDA)和8-异前列腺素F<sub>2 $\alpha$</sub> (8-isoprostaglandin F<sub>2 $\alpha$</sub> , 8-ISO-PGF<sub>2 $\alpha$</sub> )的含量,具有良好的抗氧化作用<sup>[55]</sup>;草果精油可显著降低草莓贮藏期间的腐烂指数,其机制可能为减缓草莓中VC、黄酮和多酚的损失速率,从而维持草莓对DPPH和ABTS自由基的清除作用<sup>[56]</sup>。

## 2.5 抗肿瘤作用

挥发油是草果抗肿瘤作用的主要成分。Yang等<sup>[57]</sup>采用MTT试验研究发现,草果挥发油对HepG2、Hela、

Bel-7402等肿瘤细胞系具有较强的细胞毒性,尤其对HepG2最为敏感,而对人体正常细胞系HL-7702和HUVEC等毒性较低,其机制为诱导细胞凋亡;进一步研究发现,草果挥发油能提高HepG2细胞对环磷酰胺(cyclophosphamide, CTX)的敏感性,可协同增强CTX抑制肝癌细胞增殖<sup>[58]</sup>;基于肝癌H<sub>22</sub>荷瘤小鼠模型,发现草果挥发油可抑制H<sub>22</sub>荷瘤小鼠肿瘤细胞的生长,并改善机体的免疫系统功能,其机制为上调B淋巴细胞瘤-2(B-cell lymphoma-2, Bcl-2)相关X蛋白(Bcl-2 associated X protein, Box)蛋白表达,下调Bcl-2蛋白诱导细胞凋亡<sup>[59]</sup>;此外,草果挥发油可有效抑制鼻咽癌6-10B细胞的增殖,其机制可能与线粒体凋亡途径诱导6-10B细胞发生凋亡有关<sup>[60]</sup>。

## 2.6 调血脂和降糖作用

研究显示草果甲醇提取物可显著降低小鼠三酰甘油和血糖<sup>[61]</sup>;基于ICR小鼠模型,发现草果的降血糖作用优于八角、小茴香、肉桂等香辛料<sup>[62]</sup>;进一步的研究显示,草果甲醇提取物可明显抑制脂肪酶和 $\alpha$ -葡萄糖苷酶活性,改善小鼠葡萄糖耐量水平,抑制小鼠脂肪吸收,降低血糖<sup>[63-64]</sup>;草果极性部位含有大量的儿茶素和表儿茶素,其通过抑制脂肪吸收和促进脂肪氧化达到减肥调脂的目的<sup>[32]</sup>;此外,草果提取物可降低高脂高糖饲料和链脲佐菌素诱导的2型糖尿病大鼠的空腹血糖(fasting blood glucose, FBG)水平,改善大鼠糖耐量受损及胰岛素抵抗状态,提高胰岛 $\beta$ 细胞的敏感性,同时可改善脂质代谢紊乱和胰腺组织的病变<sup>[65]</sup>。

## 2.7 其他作用

除上述药理作用外,草果还具有祛痰<sup>[4]</sup>、抗诱变、抗增殖、改变药物通透性及抗癫痫等药理作用。洪旭东等<sup>[66]</sup>通过改良Ames试验(salmonella typhimurium/reverse mutation assay),发现草果具有较强的抗诱变作用,其抗诱变与抗氧化间存在相关性;研究发现草果醋酸乙酯提取物具有抗增殖作用<sup>[67]</sup>;而挥发油可增加颅痛定的体外透皮速率<sup>[68]</sup>,并能促进士的宁的经皮渗透<sup>[69]</sup>。此外,复方草果知母汤具有抗癫痫药理活性,其作用机制与干预癫痫形成中脑内凋亡调控因子Bcl-2、Bax蛋白的表达有关<sup>[70-72]</sup>。

## 3 临床应用

草果在临床上常以复方形式入药,不同配伍可治疗不同病症,广泛用于癫痫、慢性肾功能衰竭、

腹胀、贫血和结膜炎等疾病，特别是在肠胃疾病方面，发挥着不可替代的作用。研究发现草果知母汤可显著改善患者认知功能和心理状态，降低癫痫发作次数，可有效阻断癫痫的发作，对小发作、大发作及精神运动性发作效果显著<sup>[73]</sup>；将草果知母汤用于慢性肾功能衰竭的治疗发现，其可清浊化湿，协调脏腑气机，显著提高近期疗效<sup>[74]</sup>；以草果为臣药的名方“达原饮”，用于新冠肺炎治疗可显著缩短患者发热时间，减轻肺部炎症，改善不适症状，疗效被众多学者认可<sup>[75-76]</sup>。另一方面，中医常用草果治疗寒湿内阻、脘腹胀痛及吐泻等症，如采用草果粉和炒面粉，用于婴幼儿秋季腹泻的治疗，治愈率达 98.5%<sup>[77]</sup>；草果水煎剂治疗腹部手术患者腹胀，总有效率达 100%<sup>[78]</sup>；温服少量草果水煎液，可加快腹腔镜胆囊切除术后患者胃肠道功能恢复<sup>[79]</sup>；亦有临床经验表明，在君子汤基础上加草果和干姜，用于胃脘痛治疗，疗效显著<sup>[80]</sup>。此外，采用草果 21 味丸治疗再生障碍性贫血，发现可显著改善患者贫血和出血症状<sup>[81]</sup>；草果水提液用于急性结膜炎治疗，可改善结膜充血，恢复患者视力疗效明显<sup>[82]</sup>。

#### 4 Q-Marker 预测分析

##### 4.1 基于植物亲缘学及化学成分相关性的 Q-Marker 预测分析

草果为姜科豆蔻属植物，豆蔻属 *Amomum* L. 全世界约 150 余种，喜温暖潮湿环境，分布于亚洲、大洋洲等热带地区，我国有 24 种，2 变种，主产于云南、广东、广西、福建、贵州等省区<sup>[83]</sup>。草果中含有多种化学成分，其中以萜类为主的挥发油是其活性成分；研究表明萜类化合物生物合成主要通过甲戊二羟酸 (mevalonate pathway, MVA) 途径形成，其首先由乙酰辅酶 A 与乙酰乙酰辅酶 A 生成 3-羟基-3-甲基戊二酸单酰辅酶 A，进而还原成 MVA，MVA 经数步反应生产焦磷酸异戊烯酯 (IPP)，并在酶的作用下，头尾相接缩合为焦磷酸香叶酯，衍生为单萜类化合物，或继续与 IPP 分子缩合衍生为其他萜类物质<sup>[84]</sup>。草果与其他同属植物相比，1,8-桉油精、2-癸烯醛、香叶醛等含量差异较大<sup>[85]</sup>，且不同草果居群<sup>[86]</sup>、产地<sup>[87]</sup>挥发油有较大差异。因此，基于草果挥发油成分类型及含量，受种质和地理环境的影响，其挥发油成分如 1,8-桉油精、2-癸烯醛、香叶醛等可作为其 Q-Marker 的参考。

##### 4.2 基于成分与传统功效相关性的 Q-Marker 预测分析

中药的传统功效是临床合理用药的理论依据。草果始载于《太平惠民和剂局方》，治脾寒疟疾；《宝庆本草折衷》载“主温中，去恶气，止呕逆，定霍乱”；《滇南本草》载“宽中理气，消胸膈膨胀，开胃，消宿食”；宋代吴彦夔《传信适用方》载“肠胃冷热不和，下痢赤白，及伏热泄泻”；《本草正义》载：草果，善除寒湿而温燥中宫，故为脾胃寒湿主药；《本草求真》载：“草果气味浮散，凡冒巅雾不正瘴症，服之直入病所而皆有效”；《中国药典》载：“草果，燥湿温中，截疟除痰。用于寒湿内阻，脘腹胀痛，痞满呕吐，疟疾寒热，瘟疫发热”；可见相关本草记载草果善除寒湿，主要用于脘腹胀痛、疟疾、霍乱、瘟疫等。已有文献研究表明，草果中挥发油是抗菌、调节胃肠功能的主要活性成分，其中 1,8-桉油精、柠檬醛、 $\alpha$ -松油醇、香叶醇、橙花叔醇具有抑菌作用<sup>[4]</sup>，柠檬醛、 $\alpha$ -蒎烯、 $\beta$ -蒎烯具祛痰作用<sup>[25]</sup>；此外，酚类化合物原儿茶酸和香草酸具有较强的抑菌和抗炎活性<sup>[88-89]</sup>；上述古代本草记载草果传统功效“寒湿内阻，脘腹胀痛，下痢赤白”与主要成分的药理研究结果是一致的。因此，1,8-桉油精、柠檬醛、 $\alpha$ -松油醇、香叶醇、橙花叔醇、 $\alpha$ -蒎烯、 $\beta$ -蒎烯、原儿茶酸和香草酸等成分可作为草果 Q-Marker 的重要选择。

##### 4.3 基于传统药性的 Q-Marker 预测分析

中药药性是对中药作用的基本性质和特征的高度概括，所包含的性味归经是指导中医临床用药的重要依据<sup>[90]</sup>。草果辛温浮散，涩，无毒，归脾胃经<sup>[91]</sup>。据“辛味能散能行，有发散、行气、化湿功能，适用于表症、湿阻等证”<sup>[92]</sup>；寒湿内阻多表现为脘腹胀痛，辛可行气，一般与胃肠道运动产生联系<sup>[93]</sup>。因此现代研究草果“调节胃肠功能”与其性味“辛温浮散，归脾胃经”是一致的；此外，据“辟瘴多用温燥芳香，以胜阴霾湿浊之蕴崇”、“辛能燥湿，温能驱寒”<sup>[94]</sup>理论，将草果“辛温燥湿”用于新冠疫情<sup>[95]</sup>，与新冠属于“寒疫”对症是一致的。根据之前的研究，辛温芳香类中药富含挥发油，可不同程度刺激嗅觉、味觉及胃黏膜，具有增加胃黏膜血流、兴奋肠管蠕动，使胃肠推进运动加快等多方位作用<sup>[96]</sup>。因此，结合草果中药药性和化学成分的相关性，其所含挥发油类成分是其“性味”的主要物质基础，是草果质量的重要标志物。

#### 4.4 基于复方配伍环境的 Q-Marker 预测分析

草果在临床上常以方剂配伍的形式出现,通过不同的配伍环境来实现特定疗效。明代吴又可创制的开达膜原之方“达原饮”,是为瘟疫或疟疾之邪伏于膜原而设<sup>[97]</sup>,其针对的临床表现为畏寒发热、咳嗽咽干、头晕呕吐、烦躁不安、舌苔厚重等症状<sup>[76]</sup>,这与新型冠状病毒肺炎患者的症状高度相似;方中草果为臣药,刘英锋<sup>[98]</sup>认为“草果,燥湿之中尤强于化浊,故归经虽曰脾经,实能透脾脏而达膜原,乃开膜原“浊秽郁伏”之专药”;现代研究表明达原饮具有可针对新冠病毒引起的早起病毒感染引起的炎症,以及病毒中期之后,合并细菌感染,起到针对性的抗菌作用;且可保护病毒感染氧化应激损伤所造成的多器官衰损伤和衰竭<sup>[99]</sup>。此外,名方“草果知母汤”用于湿浊泄热郁结中焦之痞证,现代药理研究表明,本方具有较强的抗癫痫的作用,对大发作、小发作、精神运动性发作均有效;《临证指南医案》指出饮食不节、痰等中焦脾胃因素与癫痫发病联系密切,方中草果为君药,具燥湿温中、除痰化浊、醒神开窍之功<sup>[72]</sup>,所含的挥发油类成分具调节胃肠道功能、抗菌、抗炎及抗氧化作用,柠檬醛、 $\alpha$ -蒎烯等具祛痰作用,樟脑具刺激神经、醒神开窍的作用<sup>[4, 100]</sup>,酚类化合物原儿茶酸和香草酸具抗氧化应激、抗炎、抗菌等作用<sup>[89]</sup>。因此,在复方配伍环境中,以樟脑、1,8-桉油精、柠檬醛、 $\alpha$ -松油醇、香叶醇、橙花叔醇、 $\alpha$ -蒎烯、 $\beta$ -蒎烯、2-癸烯醛、原儿茶酸和香草酸为主的挥发油及酚类成分,主要发挥燥湿温中、祛痰化浊、醒神开窍和保护器管衰竭等功用,与现代药理学调节胃肠道功能、抗炎、抗氧化、抗菌研究一致,可将上述成分作为草果相关复方的 Q-Marker。

#### 4.5 基于化学成分可测性的 Q-Marker 预测分析

Q-Marker 作为中药质量评价标准的核心,可测性是建立其质量评价体系的必要前提<sup>[101]</sup>。化学成分可定性或定量是 Q-Marker 预测的重要依据之一,其测定需建立在已有的检测技术上。已有研究表明,草果的所含的主要挥发油成分 1,8-桉油精、柠檬醛、 $\alpha$ -松油醇、香叶醇、橙花叔醇、 $\alpha$ -蒎烯、 $\beta$ -蒎烯、2-癸烯醛等可通过 GC<sup>[102-103]</sup>、GC-MS<sup>[22,42,104-106]</sup>法测定;原儿茶酸、原儿茶醛、对羟基苯甲酸及香草酸等可通过 HPLC 法测定<sup>[89]</sup>,上述操作方法和操作技术目前都已相对成熟。因此,挥发油及酚类化合物可作为草果 Q-Marker 的备选。

## 5 结语

草果作为传统中药,是重要的药食兼用资源,在医药、食品方面应用广泛。目前,国内外学者已在草果的化学成分、药理作用、临床应用和质量评价等方面取得了一些进展,但由于草果成分复杂,其研究仍存在诸多问题,如有关其单体成分的药效研究不够深入,多局限于粗提物,且缺乏毒理学和药动学的相关研究;同时,草果使用方式多样,其安全性及药效物质有待进一步验证和挖掘,下一步应重点围绕“温中燥湿,截疟除痰”经典功效,强化草果的药效物质基础和作用机制研究,并加强产品开发,提升草果资源的利用;此外,目前市场上草果的质量良莠不齐<sup>[85-86]</sup>,其质控指标缺乏专属性和特有性,与药效的关联性不高,质量控制体系不够系统全面,限制了草果的进一步开发。本文在对草果化学成分、药理作用、临床应用研究现状进行系统综述的基础上,从植物亲缘学、传统功效、传统药性、复方配伍、成分可测性等方面,对其 Q-Marker 进行预测分析,建议 1,8-桉油精、柠檬醛、2-癸烯醛、香叶醇、原儿茶酸和香草酸作为 Q-Marker 的参考; $\alpha$ -松油醇、香叶醇、橙花叔醇、 $\alpha$ -蒎烯、 $\beta$ -蒎烯、原儿茶醛、对羟基苯甲酸可作为 Q-Marker 的备选,但其 Q-Marker 及其作用机制,还有待更深入研究挖掘。草果 Q-Marker 的预测,为系统建立质量控制方法奠定了基础,对指导草果的合理利用、促进其产业的良性发展具有重要意义。

**利益冲突** 所有作者均声明不存在利益冲突

#### 参考文献

- [1] 中国药典 [S]. 一部. 2020: 249.
- [2] 谢子锐, 于月兰, 蒲忠慧, 等. 草果化学成分的研究进展 [J]. 成都中医药大学学报, 2020, 43(2): 75-80.
- [3] 代敏, 彭成. 草果的化学成分及其药理作用研究进展 [J]. 中药与临床, 2011, 2(4): 55-59.
- [4] 马洁, 彭建明, 吴志红. 国产草果化学成分研究进展 [J]. 中国中医药信息杂志, 2005, 12(9): 97-98.
- [5] 雷智冬, 黄锁义. 草果提取方法、生物活性与临床应用研究新进展 [J]. 中华中医药学刊, 2021, 39(1): 245-249.
- [6] Liu Z M, Yang S B, Wang Y Z, et al. Discrimination of the fruits of *Amomum tsao-ko* according to geographical origin by 2DCOS image with RGB and Resnet image analysis techniques [J]. *Microchem J*, 2021, 169: 106545.
- [7] 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.

- [8] 何俏明. 草果与草豆蔻主要化学成分对比及草果质量控制研究 [D]. 南宁: 广西中医药大学, 2013.
- [9] Yang Y, Yan R W, Cai X Q, *et al.* Chemical composition and antimicrobial activity of the essential oil of *Amomum tsao-ko* [J]. *J Sci Food Agric*, 2008, 88(12): 2111-2116.
- [10] 李志君, 万红焱, 顾丽莉, 等. 草果多酚物质提取及 LC-MS/MS 分析 [J]. 食品工业科技, 2017, 38(8): 294-299, 334.
- [11] 王晔, 杨崇仁, 张颖君. 草果果实中的酚性成分 [J]. 云南植物研究, 2009, 31(3): 284-288.
- [12] 赖伟勇, 李海龙, 谭银丰. 高良姜二苯基庚烷类成分药理作用研究综述 [J]. 天然产物研究与开发, 2016, 28(12): 2030-2034.
- [13] 宋启示. 几种热带植物的化学生态学研究 [D]. 北京: 中国科学院昆明植物研究所, 2003.
- [14] Lee K Y, Kim S H, Sung S H, *et al.* Inhibitory constituents of lipopolysaccharide-induced nitric oxide production in BV<sub>2</sub> microglia isolated from *Amomum tsao-ko* [J]. *Planta Med*, 2008, 74(8): 867-869.
- [15] Kim J G, Jang H, Le T P L, *et al.* Pyranoflavanones and pyranochalcones from the fruits of *Amomum tsao-ko* [J]. *J Nat Prod*, 2019, 82(7): 1886-1892.
- [16] Moon S S, Lee J Y, Cho S C. Isotsaokoin, an antifungal agent from *Amomum tsao-ko* [J]. *J Nat Prod*, 2004, 67(5): 889-891.
- [17] Zhang T T, Lu C L, Jiang J G. Bioactivity evaluation of ingredients identified from the fruits of *Amomum tsaoko* Crevost et Lemaire, a Chinese spice [J]. *Food Funct*, 2014, 5(8): 1747-1754.
- [18] 刘小玲, 仇厚援, 王强, 等. 香辛料草果中化学成分的定性研究 [J]. 中国调味品, 2011, 36(1): 104-106.
- [19] 普岳红, 杨永红, 吴德喜, 等. 云南盈江县不同产地草果氨基酸和矿质营养元素分析 [J]. 亚热带植物科学, 2015, 44(4): 293-296.
- [20] Wang Y, You C X, Wang C F, *et al.* Chemical constituents and insecticidal activities of the essential oil from *Amomum tsaoko* against two stored-product insects [J]. *J Oleo Sci*, 2014, 63(10): 1019-1026.
- [21] 丁艳霞, 谢欣梅, 崔秀明. 不同方法提取草果挥发油的化学成分 [J]. 河南大学学报: 医学版, 2009, 28(4): 284-287.
- [22] 何俏明, 覃洁萍, 黄艳, 等. 草果果仁及果壳挥发油化学成分的 GC-MS 分析 [J]. 中国实验方剂学杂志, 2013, 19(14): 112-117.
- [23] 陆占国, 孟大威, 李伟, 等. Clevenger 法提取草果精油的化学组成及清除 NaNO<sub>2</sub> 能力 [J]. 天然产物研究与开发, 2013, 25(2): 207-211.
- [24] 严敏, 吕昱, 陈琪亮. 草果挥发油成分的顶空气相色谱-质谱联用分析 [J]. 化工管理, 2014, (27): 103.
- [25] 吴惠勤, 黄晓兰, 黄芳, 等. 草果挥发油的气相色谱-质谱指纹图谱 [J]. 质谱学报, 2004, 25(2): 92-95.
- [26] 万红焱, 顾丽莉, 刘文婷, 等. 超临界流体萃取草果挥发油的工艺研究及成分分析 [J]. 现代化工, 2015, 35(12): 96-100.
- [27] 朱缨, 俞迪佳, 吴健. 草果挥发油成分的气相色谱-质谱联用分析 [J]. 中国药业, 2012, 21(21): 4-5.
- [28] 熊将, 花儿. 正交试验优化超临界 CO<sub>2</sub> 提取草果挥发油工艺 [J]. 食品科学, 2012, 33(24): 48-51.
- [29] 林敬明, 郑玉华, 许寅超, 等. 超临界 CO<sub>2</sub> 流体萃取草果挥发油成分分析 [J]. 中药材, 2000, 23(3): 145-148.
- [30] Kim M S, Ahn E K, Hong S S, *et al.* 2, 8-decadiene-1, 10-diol inhibits lipopolysaccharide-induced inflammatory responses through inactivation of mitogen-activated protein kinase and nuclear factor- $\kappa$ B signaling pathway [J]. *Inflammation*, 2016, 39(2): 583-591.
- [31] Jin J H, Cheng Z H, Chen D F. Two new compounds and anti-complementary constituents from *Amomum tsao-ko* [J]. *Nat Prod Commun*, 2013, 8(12): 1715-1718.
- [32] Martin T S, Kikuzaki H, Hisamoto M, *et al.* Constituents of *Amomum tsao-ko* and their radical scavenging and antioxidant activities [J]. *J Am Oil Chem Soc*, 2000, 77(6): 667.
- [33] 柳航, 王敏, 许耶, 等. 草果化学成分的研究 [J]. 中成药, 2020, 42(10): 2648-2651.
- [34] 邱赛红, 首第武, 陈立峰, 等. 芳香化湿药挥发油部分与水溶液部分药理作用的比较 [J]. 中国中药杂志, 1999, 24(5): 297-299.
- [35] 杨小方, 赵成城, 汪维云, 等. 草果挥发油提取工艺及对小鼠小肠运动影响的研究 [J]. 药物生物技术, 2011, 18(5): 434-437.
- [36] 杨伟倩, 田洋, 张爱静, 等. 草果水提物对洛哌丁胺诱导的小鼠便秘症状的影响 [J]. 西南农业学报, 2020, 33(10): 2209-2214.
- [37] 李伟, 贾冬. 草果的无机元素及药理作用 [J]. 中国中药杂志, 1992, 17(12): 727-728.
- [38] 吴怡, 张康宁, 李文学. 草果提取物对幽门螺旋杆菌抑制作用及对胃溃疡防治作用的试验研究 [J]. 现代医学与健康研究电子杂志, 2018, 2(5): 14-15.
- [39] 罗士数, 刘小玲. 草果提取物对鲫鱼的防腐保鲜研究 [J]. 现代食品科技, 2013, 29(6): 1285-1287.
- [40] 罗士数, 刘小玲, 仇厚援. 草果提取物抑菌活性和稳定性研究 [J]. 中国调味品, 2013, 38(10): 27-31.
- [41] 唐志凌, 赵明明, 陈靖潼, 等. 草果提取物对大肠杆菌和沙门氏菌抑菌机理研究 [J]. 中国调味品, 2021, 46(2): 50-54.
- [42] 刘娜, 夏咸松, 赵毅, 等. 不同产地草果挥发油 GC-MS

- 成分分析及抑菌试验研究 [J]. 云南民族大学学报: 自然科学版, 2021, 30(2): 97-103.
- [43] 孟大威, 李伟, 王鹏君, 等. 草果精油成分鉴定及其抗菌活性研究 [J]. 食品科学技术学报, 2013, 31(5): 24-30.
- [44] 徐航, 龙娜娜, 林琳, 等. 草果油抗 MRSA 体外活性研究 [J]. 成都医学院学报, 2017, 12(3): 241-246.
- [45] 柴玲, 林霄, 李燕婧, 等. 拟草果乙酸乙酯部位抗炎作用及机制研究 [J]. 现代中药研究与实践, 2017, 31(3): 32-35.
- [46] Shin J S, Ryu S, Jang D S, *et al.* *Amomum tsao-ko* fruit extract suppresses lipopolysaccharide-induced inducible nitric oxide synthase by inducing heme oxygenase-1 in macrophages and in septic mice [J]. *Int J Exp Pathol*, 2015, 96(6): 395-405.
- [47] 卢传礼. 几种典型姜科品种的化学成分及其活性研究 [D]. 广州: 华南理工大学, 2012.
- [48] 师聪, 宫号, 李茹, 等. 草果不同极性萃取物总黄酮、总多酚含量与其抗氧化活性的相关性 [J]. 化学试剂, 2022, 44(1): 84-89.
- [49] 刘小红, 张尊听, 段玉峰, 等. 市售天然植物香料的抗氧化作用研究 [J]. 食品科学, 2002, 23(1): 143-145.
- [50] 杨海艳, 赵天明, 张显权, 等. 黔产草果不同部位精油化学成分分析及体外抗氧化活性评价 [J]. 食品工业科技, 2020, 41(14): 52-57, 64.
- [51] 万红焱. 滇产草果中有效成分的提取工艺及抗氧化活性研究 [D]. 昆明: 昆明理工大学, 2015.
- [52] 黄比翼, 陈石梅, 黄锁义, 等. 不同极性溶剂的草果提取物抗氧化活性研究 [J]. 右江民族医学院学报, 2021, 43(1): 37-40.
- [53] 郭淼, 宋江峰, 豆海港. 超声波辅助提取草果精油及其抗氧化活性研究 [J]. 食品研究与开发, 2017, 38(16): 58-61.
- [54] 袁园, 张潇, 陈碧琼, 等. 草果总黄酮的提取及 DPPH 自由基清除活性研究 [J]. 食品研究与开发, 2017, 38(15): 63-68.
- [55] 闫倩, 俞龙泉, 陈野, 等. 草果甲醇溶出物对 D-半乳糖致衰老小鼠的抗氧化作用机理研究 [J]. 食品工业科技, 2014, 35(6): 351-356.
- [56] 储恬予, 赵敏吉, 于纹婧, 等. 草果精油对采后草莓保鲜效果及抗氧化活性的研究 [J]. 农产品加工, 2019(9): 24-27.
- [57] Yang Y, Yang Y, Yan R W, *et al.* Cytotoxic, apoptotic and antioxidant activity of the essential oil of *Amomum tsao-ko* [J]. *Bioresour Technol*, 2010, 101(11): 4205-4211.
- [58] 时海荣, 杨扬. 草果挥发油联合环磷酰胺对肝癌细胞增殖的影响 [J]. 山东医药, 2017, 57(41): 31-33.
- [59] 张琪, 杨扬. 草果挥发油对肝癌 H<sub>22</sub> 荷瘤小鼠的抑瘤作用 [J]. 武汉大学学报: 理学版, 2015, 61(2): 179-182.
- [60] 高鸣乡, 蒋佩文, 李敏惠, 等. 草果挥发油诱导鼻咽癌 6-10B 细胞凋亡的机制研究 [J]. 天然产物研究与开发, 2021, 33(6): 992-997.
- [61] Yu L Q, Shirai N, Suzuki H. Effects of some Chinese spices on body weights, plasma lipids, lipid peroxides, and glucose, and liver lipids in mice [J]. *Food Sci Technol Res*, 2007, 13(2): 155-161.
- [62] Yu L Q, Suzuki H. Effects of tsao-ko, turmeric and garlic on body fat content and plasma lipid glucose and liver lipid levels in mice (a comparative study of spices) [J]. *Food Sci Technol Res*, 2007, 13(3): 241-246.
- [63] Yu L Q, Shirai N, Suzuki H, *et al.* The effect of methanol extracts of tsao-ko (*Amomum tsao-ko* Crevost et Lemaire) on digestive enzyme and antioxidant activity *in vitro*, and plasma lipids and glucose and liver lipids in mice [J]. *J Nutr Sci Vitaminol (Tokyo)*, 2010, 56(3): 171-176.
- [64] 解立斌, 陈佳, 剧慧栋, 等. 草果甲醇溶出物抑制  $\alpha$ -葡萄糖苷酶活性及调节血糖作用 [J]. 食品工业科技, 2022, 43(8): 382-388.
- [65] 李姣. 草果醇提物对糖尿病大鼠糖脂代谢及氧化应激影响的研究 [D]. 郑州: 郑州大学, 2020.
- [66] 洪东旭, 崔鸿斌, 邵丽筠. 香辛料树脂抗氧化性抗诱变性的实验研究 [J]. 中国食品卫生杂志, 1995, 7(3): 21-23.
- [67] Yang X Z, Küenzi P, Plitzko I, *et al.* Bicyclononane aldehydes and antiproliferative constituents from *Amomum tsao-ko* [J]. *Planta Med*, 2009, 75(5): 543-546.
- [68] 沈留英, 杨志远, 张毅, 等. 3 种挥发油对小鼠士的宁经皮渗透的影响 [J]. 华西药理学杂志, 2010, 25(1): 4-6.
- [69] 马云淑, 白一岑. 草果挥发油对豚鼠经皮渗透的影响 [J]. 云南中医中药杂志, 2006, 27(1): 40-41.
- [70] 高嘉骏, 陈志耿, 林震溪. 从 miRNA 调控探讨草果知母汤治疗癫痫的作用机制 [J]. 福建中医药, 2018, 49(4): 36-40.
- [71] 张丽萍, 刘泰, 武丽, 等. 草果知母汤对戊四唑慢性诱导癫痫模型大鼠脑内海马区凋亡调控因子 Bcl-2、Bax 蛋白表达的影响 [J]. 中国组织工程研究与临床康复, 2007, 11(16): 3082-3085.
- [72] 黄玲, 刘铁钢, 马雪颜, 等. 基于网络药理学的草果知母汤治疗癫痫的机制研究 [J]. 现代中医临床, 2020, 27(5): 31-38.
- [73] 戴克银, 陈明翠. 草果知母汤及中医情志干预改善癫痫患者认知功能及生活质量效果研究 [J]. 四川中医, 2018, 36(6): 130-133.
- [74] 王闻婧, 巴元明, 丁霏. 邵朝弟运用草果知母汤辨治慢性肾功能衰竭验案举隅 [J]. 中华中医药杂志, 2017, 32(7): 3018-3020.

- [75] 丁瑞丛, 龙清华, 王平, 等. 运用达原饮治疗新型冠状病毒肺炎的体会 [J]. 中医杂志, 2020, 61(17): 1481-1484.
- [76] 王静, 吴倩, 于丽秀, 等. 达原饮抗新型冠状病毒肺炎的研究现状 [J]. 中国临床药理学杂志, 2021, 37(4): 466-468.
- [77] 肖菊新. 草果粉加炒面粉治疗婴幼儿秋季腹泻的临床对照研究 [J]. 小儿急救医学, 2004, 11(S1): 135-136.
- [78] 薛萍. 草果汤剂治疗妇科腹部手术后腹胀 [J]. 医学理论与实践, 2004, 17(2): 189.
- [79] 施荣艳, 王芮, 张卫卫. LC 术后早期温服草果水对胃肠功能恢复的效果观察 [J]. 中国保健营养, 2020, 30(20): 133.
- [80] 沈明华. 童和斋运用草果治疗胃脘痛的经验 [J]. 浙江中医杂志, 1994, 29(2): 88.
- [81] 邢志阳. 蒙药草果 21 味丸治疗慢性再生障碍性贫血临床观察 [J]. 中国民族医药杂志, 2012, 18(3): 6.
- [82] 苏春兰. 草果治疗急性结膜炎 36 例 [J]. 中国民间疗法, 2004, 12(10): 30.
- [83] 中国科学院, 中国植物志编辑委员会. 中国植物志 [M]. 北京: 科学出版社, 2010: 236.
- [84] 吴立军. 天然药物化学 [M]. 第 4 版. 北京: 人民卫生出版社, 2006: 263.
- [85] 黄云峰, 覃兰芳, 胡琦敏, 等. 广西红草果与白草果挥发油的 GC-MS 分析 [J]. 现代中药研究与实践, 2014, 28(2): 22-24.
- [86] 杨耀文, 钱子刚, 黎勇坤. 草果种子挥发油含量及其影响因素的研究 [J]. 中药材, 2014, 37(3): 388-392.
- [87] 赵怡, 邱琴, 张国英, 等. 桂产、滇产草果挥发油化学成分的研究 [J]. 中草药, 2004, 35(11): 1225-1227.
- [88] 王一冰. 原儿茶酸影响动物肠道屏障功能的研究 [D]. 杭州: 浙江大学, 2017.
- [89] 任洪涛, 谭年文, 周恒苍, 等. 高效液相色谱法测定草果中 4 种酚酸含量 [J]. 食品安全质量检测学报, 2021, 12(9): 3694-3699.
- [90] 胡静, 秦贝贝, 马琳, 等. 巴豆化学成分、药理作用及其质量标志物预测分析 [J]. 中草药, 2021, 52(21): 6743-6754.
- [91] 明·李中梓原撰; 明·钱允治补订; 张家玮, 赵文慧校注. 雷公炮制药性解 [M]. 北京: 人民军医出版社, 2013: 26.
- [92] 王花, 汪海英. 中医基础理论与适宜技术 [M]. 西安: 第四军医大学出版社, 2015: 26.
- [93] 傅睿. 中药药性理论辛味功效及物质基础研究思路初探 [J]. 亚太传统医药, 2014, 10(9): 55-56.
- [94] 寇宗爽. 本草衍义 [M]. 北京: 人民卫生出版社: 本草衍义, 1990: 263.
- [95] 潘晔, 张明利. 基于数据挖掘的中医治疗新型冠状病毒肺炎用药规律分析 [J]. 中医研究, 2021, 34(3): 48-53.
- [96] 唐方. 芳香类中药制剂改善胃动力的临床与基础研究 [A] // 中国中西医结合学会消化系统疾病学术会议论文集 [C]. 哈尔滨: 中国中西医结合学会, 2006: 2.
- [97] 肖勇, 刘英锋. 试论槟榔、草果、厚朴在达原饮中的配伍意义 [J]. 江西中医药, 2014, 45(10): 11-12.
- [98] 刘英锋, 刘新亚, 陈瑞春, 等. 寒温沟通论膜原 (下): 辩证的统一 [J]. 江西中医药, 2003, 34(7): 9-12.
- [99] 孟智睿, 魏益谦, 邵紫萱, 等. 达原饮在新冠肺炎中的应用及其治疗发热临床效果的系统分析 [J]. 云南中医学院学报, 2020, 43(5): 21-27.
- [100] 邱模炎, 熊莉莉, 王怡菲, 等. 草果古今应用考略及其防治疫病作用 [J]. 天津中医药, 2020, 37(9): 984-989.
- [101] 张铁军, 王杰, 陈常青, 等. 基于中药属性和作用特点的中药质量标志物研究与质量评价路径 [J]. 中草药, 2017, 48(6): 1051-1060.
- [102] 沈勇, 吴静, 熊娇, 等. GC 法测定草果挥发油中  $\alpha$ -蒎烯、桉油精和香叶醇的含量 [J]. 中国药师, 2014, 17(8): 1426-1428.
- [103] 丁艳霞, 杜丽敏, 郭中献, 等. 气相色谱法测定草果挥发油中桉油精、(反)-2-十二烯醛的含量 [J]. 中成药, 2008, 30(7): 1030-1032.
- [104] 谷风林, 张林辉, 房一明, 等. 云南不同地区草果物理性状、精油含量及组成分析 [J]. 热带作物学报, 2018, 39(7): 1440-1446.
- [105] 沈华, 唐艺玲, 杜春燕, 等. 不同方法提取草果油的 GC-MS 分析 [J]. 食品与发酵科技, 2021, 57(3): 145-151.
- [106] 丁艳霞, 崔秀明, 李雪玲, 等. 草果挥发油的 GC-MS 指纹图谱 [J]. 光谱实验室, 2006, 23(1): 81-84.

[责任编辑 时圣明]