

瓜馥木属植物化学成分及药理作用研究进展

金 晨， 张 凌， 陈佳倩， 詹 煌， 黄慧莲*
(江西中医药大学现代中药制剂教育部重点实验室，江西 南昌 330004)

摘要：瓜馥木属植物资源丰富，全球约有 75 种，其根、藤、茎、皮、叶、花等部位均可入药。本文通过查阅中国知网、维普、万方等中文数据库和 SciFinder、SciDirect、PubMed 等外文数据库，对其化学成分和药理作用研究进行归纳总结，发现该属植物化学成分多样，主要含生物碱、黄酮、倍半萜等，具有广泛的药理作用（如心血管保护、抗炎、免疫抑制、抗肿瘤等），有极大的药用潜力，可为其深入研究与相关中成药开发提供参考。

关键词：瓜馥木属；化学成分；药理作用

中图分类号：R284.1 **文献标志码：**A **文章编号：**1001-1528(2020)10-2699-10
doi:10.3969/j.issn.1001-1528.2020.10.031

据记载，瓜馥木属是毛茛目番荔枝科植物，全世界约 75 种，分布于非洲、大洋洲和亚洲的热带及亚热带地区，我国产有 22 种（1 变种），广泛分布于西藏、贵州、云南、广西、广东、湖南、江西、浙江、海南、福建等省区^[1]，其中广西产的瓜馥木为广西特色植物“十八钻”之一（铁钻），在瑶族药学中有着广泛的应用，具有极高的价值^[2]。目前，《中国药典》中已收录有以瓜馥木为主药的成方制剂钻山风糖浆，以生物碱瓜馥木碱甲为鉴别和含有量测定的指标^[3]。瓜馥木属植物化学成分种类繁多，目前已分离出生物碱类、黄酮类、萜类、苷类、酸性成分、挥发性成分等；药理作用广泛，具有心血管保护、抗炎和免疫抑制、抗肿瘤、抗支气管哮喘、抗结核病、抗氧化、抗菌、镇痛

等作用。本文通过查阅中国知网、万方、维普等中文数据库和 SciFinder、SciDirect、PubMed 等数据库对 1982 年至今瓜馥木属植物药理作用和化学成分的相关报道进行综述，以期为该属植物深入研究与相关中成药开发提供参考。

1 化学成分

1.1 生物碱 生物碱类成分是从瓜馥木属植物中最早发现、具有代表性的化学成分，包括菲类生物碱、吗啡烷类生物碱、原小檗碱和小檗碱类生物碱、酰胺类生物碱及其他类型生物碱类。

1.1.1 菲类生物碱 菲类生物碱是瓜馥木属植物中最主要的生物碱类型，包括阿朴菲类，现报道有 64 个（1~64），存在于大多数本属植物中。见表 1、图 1。

表 1 瓜馥木属植物中菲类生物碱种类

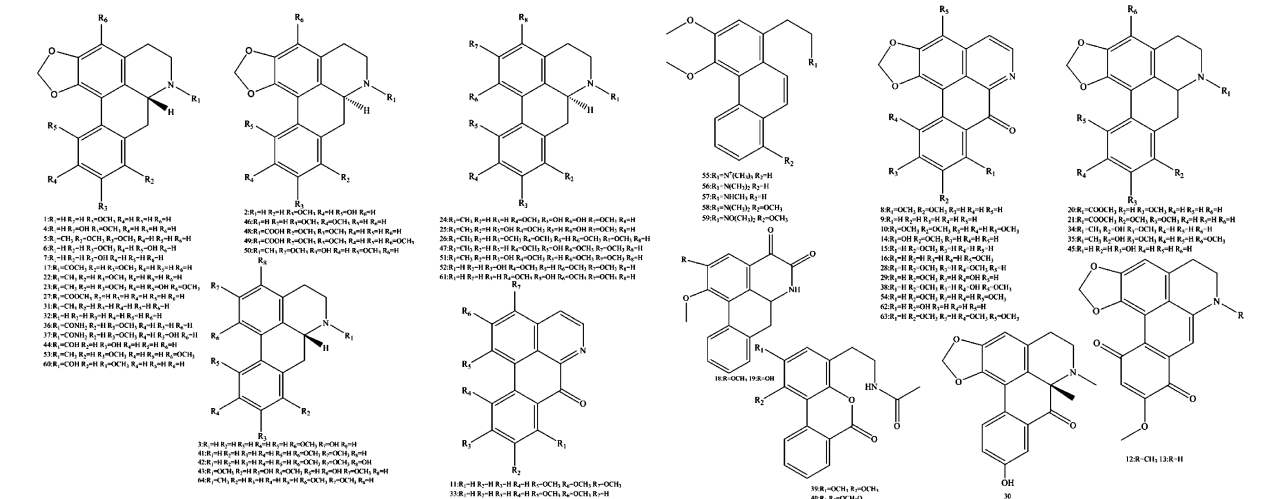
编号	名称	来源	分子式	参考文献
1	甲氧番荔枝碱/木番荔枝碱	a,b,c,d	C ₁₈ H ₁₇ NO ₃	[4-7]
2	瓜馥木碱甲	a	C ₁₈ H ₁₇ NO ₄	[8]
3	巴婆碱	a,b,c,e	C ₁₇ H ₁₇ NO ₂	[4-5, 9]
4	(-)-norannuradhapurine	a,c	C ₁₈ H ₁₇ NO ₄	[6-7]
5	(-)-crebanine	a,b,c	C ₂₀ H ₂₁ NO ₄	[4, 10]
6	calycinine/(-)-calycinine/ fissoldine	a	C ₁₈ H ₁₇ NO ₄	[4]
7	(-)-anolobine	a	C ₁₇ H ₁₅ NO ₃	[6-7]
8	7-oxocrebanine/ oxocrebanine	a,b,c,e,f	C ₁₉ H ₁₃ NO ₅	[10-12]
9	鹅掌揪碱	a,c,e	C ₁₇ H ₉ NO ₃	[5-6, 9, 11, 13]
10	kuafumine	b,c,f	C ₂₀ H ₁₅ NO ₆	[12, 14]
11	1,2,3-三甲氧基氧化阿朴菲生物碱/O-甲基芒籽碱	a	C ₁₉ H ₁₅ NO ₄	[4]
12	fissilandione	d,g	C ₁₉ H ₁₅ NO ₅	[15]
13	norfissilandione	g	C ₁₈ H ₁₃ NO ₅	[16]
14	fissiceine	c	C ₁₈ H ₁₁ NO ₅	[17]
15	毛叶含笑碱	a,c,e	C ₁₈ H ₁₁ NO ₄	[4, 7, 9]

收稿日期：2019-06-01
基金项目：江西省科技厅计划项目（20165BCB18006，20172BCB22010）；江西省“双一流”学科（中药学）建设项目的资助科研基金项目（JXSYLXK-ZHYA0072，JXSYLXK-ZHYA0073）
作者简介：金 晨（1988—），男，博士生，研究方向中药分析与质量控制。Tel：15180475730，E-mail：298250381@qq.com
* 通信作者：黄慧莲（1973—），女，教授，博士生导师，研究方向中药分析与质量控制。E-mail：huilianh@163.com

续表 1

编号	名称	来源	分子式	参考文献
16	atherospermidine	c	C ₁₈ H ₁₁ NO ₄	[17]
17	(-)-N-acetylxylopine	c	C ₂₀ H ₁₉ NO ₄	[17]
18	去甲头花千金藤二酮 B	a , b , c , d	C ₁₈ H ₁₃ NO ₄	[4-7]
19	2-hydroxyl-1-methoxy-4,5-dioxoaporphine/noraristolodione/4,5-dioxodehydroasimilobine	a , b , c , h	C ₁₇ H ₁₁ NO ₄	[4 , 18-19]
20	1,2-methylenedioxy-9-methoxy-N-methoxycarbonyl-aporphine	d	C ₂₀ H ₁₉ NO ₅	[20]
21	1,2-methylenedioxy-8,9-dimethoxy-N-methoxycarbonyl-aporphine	d	C ₂₁ H ₂₁ NO ₆	[20]
22	isolaureline	a	C ₁₉ H ₁₉ NO ₃	[4]
23	duguevanine	a	C ₁₉ H ₁₉ NO ₅	[4]
24	corytuberine	a	C ₁₉ H ₂₁ NO ₄	[4]
25	isoboldine	a	C ₁₉ H ₂₁ NO ₄	[21]
26	glaucine	a	C ₂₁ H ₂₅ NO ₄	[4]
27	1,2-亚甲二氧基-N-甲氧酰基-阿朴非生物碱	a	C ₁₉ H ₁₇ NO ₄	[22]
28	oxodiscoguattine	a	C ₁₉ H ₁₃ NO ₅	[4]
29	oxocalycinine	a	C ₁₈ H ₁₁ NO ₅	[4]
30	(-)-N-methylguattescidine	e	C ₁₉ H ₁₇ NO ₄	[9]
31	(-)-remerine	e	C ₁₈ H ₁₇ NO ₂	[9]
32	番荔枝碱	a , e	C ₁₇ H ₁₅ NO ₂	[6-7 , 9 , 23]
33	lysicamine	e	C ₁₈ H ₁₃ NO ₃	[9 , 11]
34	8-hydroxy-9-methoxy-1,2-methylenedioxyaporphine	f	C ₁₉ H ₁₉ NO ₄	[12]
35	8-hydroxy-3,9-dimethoxy-1,2-methylenedioxyaporphine	f	C ₂₀ H ₂₁ NO ₅	[12]
36	fissistigamide A	a	C ₁₉ H ₁₈ N ₂ O ₄	[24]
37	fissistigamide B	a	C ₁₉ H ₁₈ N ₂ O ₅	[24]
38	fissistigmine	a , b	C ₁₉ H ₁₃ NO ₆	[14 , 24]
39	fissitungfine A	b	C ₁₉ H ₁₉ NO ₅	[23 , 25]
40	fissitungfine B	b	C ₁₈ H ₁₅ NO ₅	[6 , 23 , 25]
41	normuciferine	b	C ₁₈ H ₁₉ NO ₂	[10 , 23]
42	3-hydroxynornuciferine	a	C ₁₈ H ₁₉ NO ₃	[6]
43	isoboldine-β-N-oxide	a	C ₁₉ H ₂₁ NO ₅	[6-7]
44	N-formylanolobine	b	C ₁₈ H ₁₅ NO ₄	[26]
45	anolobine	a , b	C ₁₇ H ₁₅ NO ₃	[5 , 26]
46	nordicentrine	b	C ₁₉ H ₁₉ NO ₄	[26]
47	异紫堇定碱	a	C ₂₀ H ₂₃ NO ₄	[5-6]
48	fissitungfines C	b	C ₂₀ H ₁₉ NO ₆	[10]
49	fissitungfines D	b	C ₂₁ H ₂₁ NO ₇	[10]
50	fissitungfines E	b	C ₂₀ H ₂₁ NO ₅	[10]
51	N-methylaurotetanine	b	C ₂₀ H ₂₃ NO ₄	[10]
52	六驳碱	a	C ₁₉ H ₂₁ NO ₄	[5]
53	N-methylbuxifoline	a	C ₂₀ H ₂₁ NO ₄	[5 , 7]
54	oxobuxifoline	a , b	C ₁₉ H ₁₃ NO ₅	[7 , 10]
55	N-methylatherosperminium	c	C ₂₁ H ₂₆ NO ₂	[27]
56	atherosperminine	c	C ₂₀ H ₂₃ NO ₂	[27]
57	N-noratherosperminine			
57	atherosperminine N-oxide	c	C ₁₉ H ₂₁ NO ₂	[27]
58	fissicesine	c	C ₂₁ H ₂₅ NO ₃	[28]
59	fissicesine N-oxide	c	C ₂₁ H ₂₅ NO ₄	[28]
60	(-)-N-formyl-xylopine	a	C ₁₉ H ₁₇ NO ₄	[6]
61	norisocoridine	a	C ₁₉ H ₂₁ NO ₄	[6]
62	oxoanolobine	a	C ₁₇ H ₉ NO ₄	[6]
63	duguevalline	a	C ₂₀ H ₁₅ NO ₆	[6]
64	荷叶碱	a	C ₁₉ H ₂₁ NO ₂	[6]

注 : a 为瓜馥木 *Fissistigma oldhamii* (Hemsl.) Merr. , b 为东方瓜馥木 *Fissistigma tungfangense* Tsiang , c 为白叶瓜馥木 *Fissistigma glaucescens* (Hance) Merr. , d 为排骨灵 *Fissistigma bracteolatum* Chatterjee , e 为大叶瓜馥木 *Fissistigma latifolium* (Dun.) Merr. , f 为火绳藤 *Fissistigma poilanei* (Ast) Tsiang , g 为多脉瓜馥木 *Fissistigma balansae* (A. DC.) Merr. 。

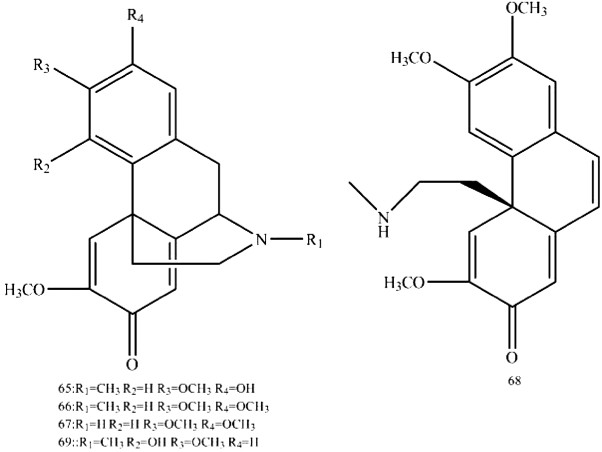


1.1.2 吗啡烷类生物碱 吗啡烷类生物碱（65~69）主要 近年来，又在东方瓜馥木中发现 1 个 *N* 环断裂的新型吗啡存在于瓜馥木中，其特征为均含有 1 个环己二烯酮环。 烷类生物碱。见表 2、图 2。

表 2 瓜馥木属植物中吗啡烷类生物碱种类

编号	名称	来源	分子式	参考文献
65	瓜馥木碱乙	a	C ₁₉ H ₂₁ NO ₄	[29]
66	瓜馥木碱丙	a	C ₂₀ H ₂₃ NO ₄	[4 , 6 , 14]
67	<i>N</i> -nor-2,3,6-trimethoxymorphinandien-7-one	a	C ₁₉ H ₂₁ NO ₄	[30]
68	fssistigmine A	b	C ₂₀ H ₂₃ NO ₄	[14]
69	salutaridine	a	C ₁₉ H ₂₁ NO ₄	[5-7]

注:a 为瓜馥木 *Fissistigma oldhamii* (Hemsl.) Merr. , b 为东方瓜馥木 *Fissistigma tungfangense* Tsiang. 。



1.1.3 原小檗碱和小檗碱类生物碱 原小檗碱和小檗碱类 原型或铵型存在。见表 3、图 3。
生物碱（70~76）主要存在于多脉瓜馥木等植物当中，以

表 3 瓜馥木属植物中原小檗碱和小檗碱类生物碱种类

编号	名称	来源	分子式	参考文献
70	(-)-discretamine	c, d	C ₁₉ H ₂₁ NO ₄	[31]
71	fissisaine	g	C ₂₀ H ₂₀ NO ₅	[32]
72	thaipetaline/(-)-thaipetaline	d, g, h	C ₂₀ H ₂₃ NO ₅	[31]
73	kikemanine	g	C ₂₀ H ₂₃ NO ₄	[32]
74	columbamine	e, g	C ₂₀ H ₂₀ NO ₄	[9 , 32]
75	dehydrodiscretamine	g	C ₁₉ H ₁₈ NO ₄	[32]
76	小檗碱	a	C ₂₀ H ₁₈ NO ₄	[33]

a 为瓜馥木 *Fissistigma oldhamii* (Hemsl.) Merr. , c 为白叶瓜馥木 *Fissistigma glaucescens* (Hance) Merr. , d 为排骨灵 *Fissistigma bracteolatum* Chatterjee, e 为大叶瓜馥木 *Fissistigma latifolium* (Dun.) Merr. , g 为多脉瓜馥木 *Fissistigma balansae* (A. DC.) Merr. , h 为 *Fissistigma polyanthoides* (DC.) Merr. 。

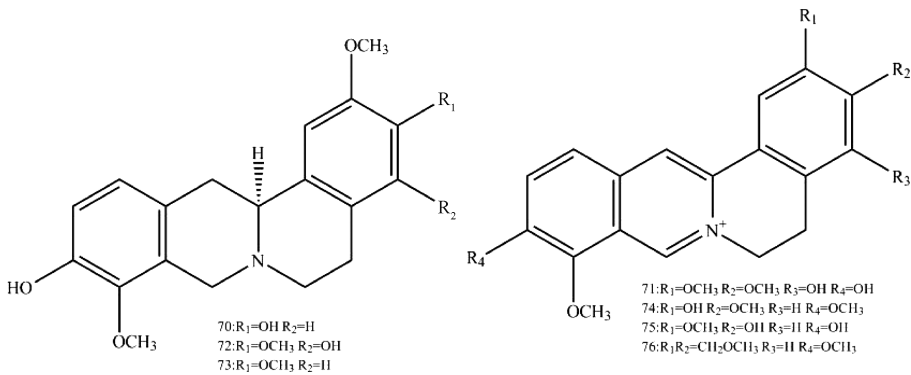


图 3 瓜馥木属植物中原小檗碱和小檗碱类生物碱结构

1.1.4 酰胺类生物碱 酰胺类生物碱（77~105）是瓜馥木内酰胺及其类似物。见表 4、图 4。
木属生物碱的第二大类型，现报道有 29 个，主要是马兜铃

表 4 瓜馥木属植物中酰胺类生物碱种类

编号	名称	来源	分子式	参考文献
77	fissoldhimine	a	C ₁₄ H ₂₂ N ₄ O ₂	[34]
78	马兜铃内酰胺 A Ⅲ a	a, t	C ₁₆ H ₁₁ NO ₄	[4-7]
79	glaucenamide	c	C ₁₁ H ₁₇ NO ₂	[17]
80	N-trans-feruloyltyramine	a, c	C ₁₈ H ₁₉ NO ₄	[6, 17]
81	马兜铃内酰胺 B Ⅱ	c, d, g	C ₁₇ H ₁₃ NO ₃	[4, 35]
82	马兜铃内酰胺 B Ⅲ	a, c, d	C ₁₈ H ₁₅ NO ₄	[4-5]
83	马兜铃内酰胺 A Ⅱ	a, c, g	C ₁₆ H ₁₁ NO ₃	[4, 19, 21, 35]
84	piperolactam A/aristolactam FI/piperolactam A/aristolactam A Ⅱ a	a, c, d, e, h, t	C ₁₆ H ₁₁ NO ₃	[11, 19]
85	goniothalactam	a, b, c, e	C ₁₇ H ₁₃ NO ₄	[4, 11]
86	7'-(3',4'-dihydroxyphenyl)-N-[(4-methoxyphenyl)ethyl]propenamide	a	C ₁₈ H ₁₉ NO ₄	[36]
87	oldhamactam	a	C ₁₈ H ₁₅ NO ₅	[4]
88	piperumbellactam A/piperumbellactams A	a, b	C ₁₇ H ₁₃ NO ₄	[7]
89	aristolactamA Ia	b	C ₁₆ H ₁₁ NO ₄	[26]
90	aristolactam F Ⅱ/ goniopedaline	a	C ₁₇ H ₁₃ NO ₄	[4, 6-7]
91	10-amino-3,4-dihydroxyl phenanthrene-1-carboxylic acid lactam	d	C ₁₅ H ₉ NO ₃	[18]
92	10-amino-4-hydroxyl-3-methoxyphenanthrene-1-carboxylic acid lactam	d	C ₁₆ H ₁₁ NO ₃	[18]
93	aristolactam Ⅲ a/ aristolactam A Ⅲ	e	C ₁₇ H ₁₃ NO ₄	[35]
94	aristolactam G I	a	C ₂₆ H ₂₁ NO ₆	[24]
95	aristolactam G Ⅱ	a	C ₁₆ H ₁₁ NO ₄	[24]
96	piperumbellactam A	a	C ₁₇ H ₁₃ NO ₄	[5]
97	aurantiamide acetate	a	C ₂₇ H ₂₈ N ₂ O ₄	[6]
98	N-benzoyl-L-phenylalaninyl-N-benzoyl-L-phenylalaninate	a	C ₃₂ H ₃₀ N ₂ O ₄	[6]
99	aristolactam BI A Ⅱ a	a	C ₁₈ H ₁₅ NO ₄	[6]
100	aristolactam A I a	a	C ₁₆ H ₁₁ NO ₄	[6]
101	N-trans-feruloylmethoxytyramine	a	C ₁₉ H ₂₁ NO ₅	[6]
102	trans-N-p-coumaroyltyramine	a	C ₁₇ H ₁₇ NO ₃	[6]
103	N-trans-feruloildopamina	a	C ₁₈ H ₁₉ NO ₅	[6]
104	lyciumide A	a	C ₁₈ H ₁₉ NO ₄	[6]
105	10-amino-2,3,4-trimethoxyphenanthrene-1-carboxylicacid lactam/ piperolactam C	h, t	C ₁₈ H ₁₅ NO ₄	[6, 19]

注：a 为瓜馥木 *Fissistigma oldhamii* (Hemsl.) Merr., b 为东方瓜馥木 *Fissistigma tungfangense* Tsiang, c 为白叶瓜馥木 *Fissistigma glaucescens* (Hance) Merr., d 为排骨灵 *Fissistigma bracteolatum* Chatterjee, e 为大叶瓜馥木 *Fissistigma latifolium* (Dun.) Merr., g 为多脉瓜馥木 *Fissistigma balansae* (A. DC.) Merr., h 为 *Fissistigma polyanthoides* (DC.) Merr., t 为毛瓜馥木 *Fissistigma maclurei* Merr.。

1.1.5 其他类型生物碱 见表 5、图 5（106~115）。

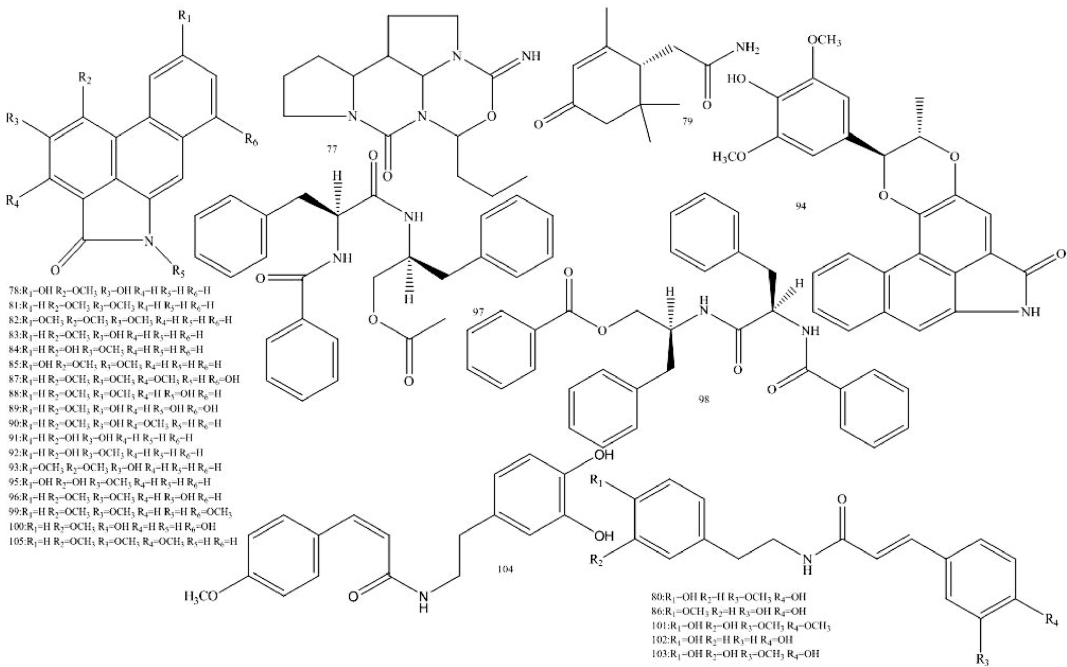


图 4 瓜馥木属植物中酰胺类生物碱结构

表 5 瓜馥木属植物中其他生物碱种类

编号	名称	来源	分子式	参考文献
106	1 <i>H</i> -isoindole-1-methanol	i	C ₁₈ H ₂₁ NO ₃	[37]
107	coclaurine	d	C ₁₇ H ₁₉ NO ₃	[31]
108	大麦芽碱	d	C ₁₀ H ₁₅ NO	[31]
109	<i>N,N</i> -dimethyltryptamine	e	C ₁₂ H ₁₆ N ₂	[9]
110	reticuline- <i>N</i> -oxide	a	C ₁₉ H ₂₃ NO ₅	[7]
111	oxylopine	a	C ₁₄ H ₁₁ NO ₃	[5]
112	eticuline <i>N</i> -oxide	a	C ₁₉ H ₂₃ NO ₅	[6-7]
113	1 <i>S</i> ,2 <i>S</i> -reticuline <i>N</i> -oxide	a	C ₁₉ H ₂₃ NO ₅	[6]
114	(+)-stepharine	a	C ₁₈ H ₁₉ NO ₃	[6]
115	fisoldhamone	a	C ₁₈ H ₁₅ NO ₅	[7]

注:a 为瓜馥木 *Fissistigma oldhamii* (Hemsl.) Merr., d 为排骨灵 *Fissistigma bracteolatum* Chatterjee, e 为大叶瓜馥木 *Fissistigma latifolium* (Dun.) Merr., i 为独山瓜馥木 *Fissistigma cavaleriei* (Lev.) Rehd.。

1.2 黄酮 瓜馥木属植物中黄酮包括黄酮、二氢黄酮、查耳酮、二氢查耳酮、黄烷等，现报道有 64 个（116~179）。早期黄酮类化合物多为 A 环含氧取代，而 B 环无取代，随着研究的深入，近年来也发现 B 环含氧取代、A 或 B 环上含异戊二烯基取代的化合物。在本属植物中该类化合物繁多，不同品种中大多不同。见表 6。

1.3 倍半萜 倍半萜是近年来瓜馥木属植物中新发现的具有抗炎、免疫抑制作用的类型，现报道有 15 个（180~194），来源于瓜馥木和 *F. villosissimum*。见表 7。

此外，瓜馥木属植物中还含有 stigmahamone I、teutenone A 等酮类成分^[55-56]，丁香酸、香草酸等酸性成分，肉桂酸甲酯等酯类成分^[53]，黑风藤苷、vittadinoside 等苷类成分^[18]，β-水芹烯、β-丁子香烯等挥发性成分^[57-58]。

2 药理作用

2.1 心血管保护 陈奇等^[59]通过对离体动物心脏的研究发现瓜馥木总生物碱具有与 β-肾上腺素受体阻滞剂类似的作用，可能对心动过速及过速型心律不齐及冠心病

心绞痛患者有利，而对心力衰竭、心动过缓和血压过低者不利；其进一步研究^[60]发现瓜馥木总碱对离体豚鼠心脏有负性肌力和负性频率作用；能增加冠脉流量和对抗垂体后叶素引起冠脉收缩作用；能拮抗不同浓度 Ca²⁺引起离体大鼠心房的正性频率作用，减少自发性收缩频率，使异丙肾上腺素反应曲线右移；总碱能松弛气管和小肠平滑肌；使小鼠血浆及豚鼠血浆、肝、脾组织 cAMP 水平升高。

Chang 等^[61]研究从白叶瓜馥木分离得到的阿朴菲类生物碱 liriodenine 抗心律失常的疗效和正性肌力的电生理机制，结果显示 liriodenine 通过抑制 Na⁺和 Ito 通道来抑制心肌缺血再灌注引起的室性心律失常；正性肌力作用可通过抑制 Ito 通道和随后的动作电位持续时间的延长来解释，这些结果证明 liriodenine 是一个潜在的抗心律失常药物。Wu 等^[13]进一步研究发现 liriodenine 主要通过保留 eNOS 和 NO 产生来减少缺血再灌注条件下心血管损伤的程度。

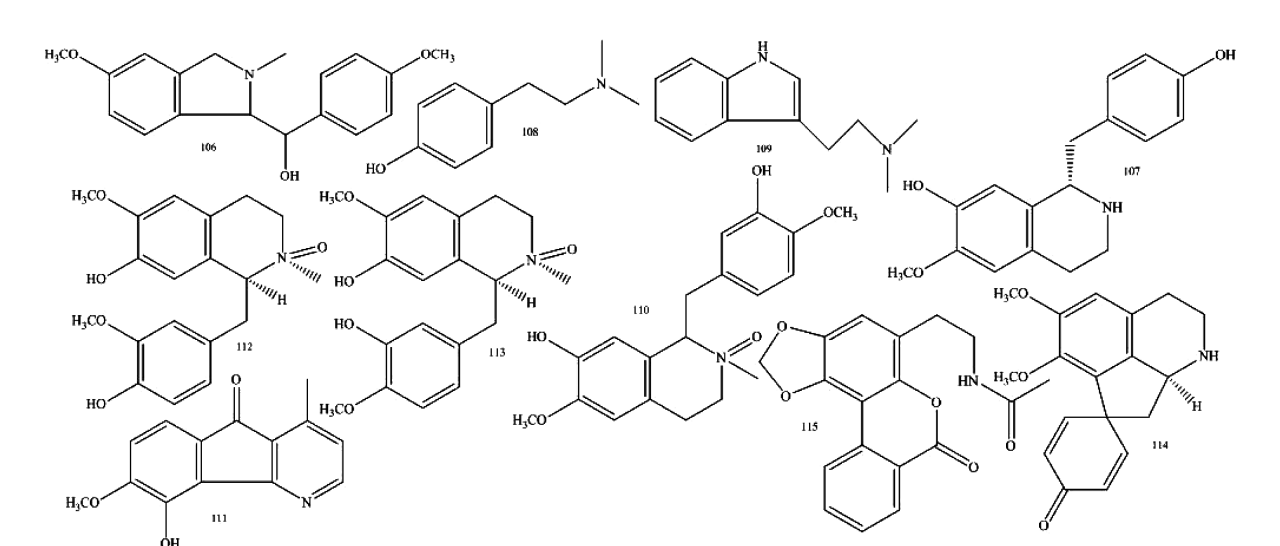


图 5 瓜馥木属植物中其他生物碱结构

表 6 瓜馥木属植物中黄酮类种类

编号	名称	来源	分子式	参考文献
116	瓜馥木甲素	a	C ₁₈ H ₁₈ O ₆	[38]
117	瓜馥木乙素	a, j	C ₁₈ H ₁₈ O ₆	[38-39]
118	瓜馥木丙素/8-羟基-5,6,7-三甲氧基黄酮	a	C ₁₈ H ₁₆ O ₆	[38]
119	瓜馥木丁素/5,8-二羟基-6,7-二甲氧基黄酮	a, j	C ₁₇ H ₁₄ O ₆	[38-40]
120	瓜馥木戊素/5,8-二羟基-6,7-二甲氧基双氢黄酮	a, e	C ₁₇ H ₁₆ O ₆	[38 , 41]
121	瓜馥木己素/3',6'-二羟基-2',4',5'-三甲氧基双氢查耳酮	a	C ₁₈ H ₁₈ O ₆	[42]
122	fissistitin	j	C ₂₈ H ₃₄ O ₆	[39]
123	isofissistitin	j	C ₂₈ H ₃₄ O ₆	[39]
124	dihydropedicin	j	C ₁₈ H ₂₀ O ₆	[39]
125	2',5'-dihydroxy-3',4',6'-trimethoxy dihydrochalcone	h	C ₁₈ H ₂₀ O ₆	[40]
126	(-)-6-hydroxy-5,7,8-trimethoxy flavanone/isopedicin	h	C ₁₈ H ₁₈ O ₆	[40 , 43]
127	2-hydroxy-3,4,6-trimethoxychalcone	d	C ₁₈ H ₁₈ O ₅	[44]
128	5,7,8-trimethoxyflav-3-ene	d	C ₁₈ H ₁₈ O ₄	[44]
129	2-hydroxy-3,4,6-trimethoxychalcene	d	C ₁₈ H ₂₀ O ₄	[44]
130	2-hydroxy-3,4,6-trimethoxydihydrochalcone	d	C ₁₈ H ₂₀ O ₅	[44]
131	2'-hydroxy-3',4',6'-trimethoxydihydrochalcone	d	C ₁₈ H ₂₀ O ₅	[44]
132	2'-hydroxy-3',4',6'-trimethoxy-β-methoxychalcane	d	C ₁₉ H ₂₄ O ₅	[44]
133	2'-hydroxy-3',4',6'-trimethoxy-β-ethoxychalcane	d	C ₂₀ H ₂₆ O ₅	[44]
134	fissistigmatin A	d	C ₃₃ H ₄₂ O ₅	[45]
135	fissistigmatin B	d	C ₃₃ H ₄₂ O ₅	[45]
136	fissistigmatin C	d	C ₃₃ H ₄₀ O ₄	[45]
137	fissistigmatin D	d	C ₃₃ H ₄₂ O ₅	[45]
138	(-)-表儿茶素	a	C ₁₅ H ₁₄ O ₆	[19 , 21 , 46]
139	bractelactone	d	C ₂₅ H ₂₀ O ₆	[15 , 47]
140	5,6,7,8-四甲氧基黄酮	a	C ₁₉ H ₁₈ O ₆	[2 , 33 , 48]
141	catechin	k	C ₁₅ H ₁₄ O ₆	[49]
142	isorhamnetin-3-O-rutinoside	k	C ₂₈ H ₃₂ O ₁₆	[49]
143	2, 3, 5-trihydroxyl-6-ethoxy-4-methoxy dihydrochalcone	d	C ₁₈ H ₂₀ O ₆	[18]
144	2, 3, 5-trihydroxyl-4, 6-dimethoxy dihydrochalcone	d	C ₁₇ H ₁₈ O ₆	[18]
145	2-hydrocinnamoyl-6-hydroxyl-5-amino-3-methoxyl-1,4-benzoquinone	d	C ₁₆ H ₁₅ NO ₅	[18]
146	5,6,8-trihydroxyl-7-methoxy flavone	d	C ₁₆ H ₁₂ O ₆	[18]
147	2',6'-dihydroxyl-3',4',5'-trimethoxy chalcone	d	C ₁₈ H ₂₀ O ₆	[18]
148	[3-3'']bi-2-hydroxy-4,5,6-trimethoxydihydrochalcone	e	C ₃₆ H ₃₈ O ₁₀	[11]
149	4,6-dimethoxy-2,5-quinodihydrochalcone	e	C ₁₇ H ₁₆ O ₅	[11]
150	5,6,7-trimethoxyflavone	e	C ₁₈ H ₁₈ O ₅	[11]
151	2-hydroxy-4,5,6-trimethoxydihydrochalcone	e	C ₁₈ H ₂₀ O ₅	[11]

续表 6

编号	名称	来源	分子式	参考文献
152	5-hydroxy-6,7,8-trimethoxyflavone/alnetin	e	C ₁₈ H ₁₆ O ₆	[11]
153	kanakugiol	l	C ₁₉ H ₂₀ O ₆	[50]
154	(2 <i>R</i> ,3 <i>R</i>)-3',4',5,7-tetrahydroxydihydroflavonol-3- <i>O</i> - α - <i>L</i> -rhamnopyranoside	f	C ₂₁ H ₂₂ O ₁₁	[12]
155	(+)-catechin 3- <i>O</i> - α - <i>L</i> -rhamnopyranoside	f	C ₂₁ H ₂₄ O ₁₀	[12, 19]
156	quercetine 3,7-dimethoxy-3'- <i>O</i> - α - <i>L</i> -rhamnopyranosyl-(1 $\rightarrow$ 2)- β - <i>D</i> -glucopyranoside	f	C ₂₆ H ₃₄ O ₁₆	[12]
157	2,5,6,7-tetramethoxyflavan	e	C ₁₉ H ₂₂ O ₅	[51]
158	山萘酚-3- <i>O</i> - α - <i>L</i> -吡喃阿拉伯糖苷	m	C ₂₀ H ₁₈ O ₁₀	[52]
159	柚皮素	m	C ₁₅ H ₁₂ O ₅	[52]
160	圣草酚	m	C ₁₅ H ₁₂ O ₆	[52]
161	(2 <i>R</i> ,3 <i>S</i>)-5,7,3'-三甲氧基表儿茶素	m	C ₁₈ H ₂₀ O ₆	[52]
162	5,6,8-三甲氧基-7-羟基二氢黄酮	m	C ₁₉ H ₂₀ O ₅	[52]
163	(+)/(−)-ecarlottones	e	C ₂₆ H ₃₀ O ₆	[41]
164	dehydrodidymocarpin-A	e	C ₁₇ H ₁₄ O ₆	[41]
165	($\pm$)-fislatifolione	e	C ₂₀ H ₂₆ O	[41]
166	($\pm$)-isofislatifolione	e	C ₂₀ H ₂₆ O	[41]
167	($\pm$)-fislatifolic acid	e	C ₁₉ H ₂₄ O ₂	[41]
168	3-methoxy-3'- <i>O</i> - α - <i>L</i> -rhamnopyranosyl-(1 $\rightarrow$ 2)- β - <i>D</i> -glucopyranoside	h	C ₂₈ H ₃₂ O ₁₆	[19]
169	quercetin 3- <i>O</i> - β - <i>D</i> -glucopyranoside	h	C ₂₁ H ₂₀ O ₁₂	[19]
170	quercetin 3- <i>O</i> - α - <i>L</i> -rhamnopyranoside	h	C ₂₁ H ₂₀ O ₁₁	[19]
171	quercetin 3- <i>O</i> - β - <i>D</i> -apiofuranosyl-(1 $\rightarrow$ 2)- α - <i>L</i> -rhamnopyranoside	h	C ₂₆ H ₂₈ O ₁₅	[19]
172	quercetin 3,3'- <i>O</i> -di- α - <i>L</i> -rhamnopyranoside	h	C ₂₇ H ₃₀ O ₁₅	[19]
173	quercetin 3- <i>O</i> - β - <i>D</i> -xylopyranosyl-(1 $\rightarrow$ 2)- α - <i>L</i> -rhamnopyranoside	h	C ₂₆ H ₂₈ O ₁₅	[19]
174	5-hydroxy-6,7,8-trimethoxyflavanone	h	C ₁₈ H ₁₈ O ₆	[19]
175	(2 <i>R</i> ,3 <i>R</i>)-taxifolin 3- <i>O</i> - β - <i>D</i> -quinovo-pyranoside	h	C ₂₁ H ₂₂ O ₁₁	[19]
176	(2 <i>R</i> ,3 <i>R</i>)-taxifolin 3- <i>O</i> - β - <i>D</i> -glucopyranoside	h	C ₂₁ H ₂₂ O ₁₂	[19]
177	(2 <i>R</i> ,3 <i>R</i>)-taxifolin 3- <i>O</i> - β - <i>D</i> -galactopyranoside	h	C ₂₁ H ₂₂ O ₁₂	[19]
178	(<i>E</i>)-2-hydroxy-3,4,5,6-tetramethoxychalcone	h	C ₁₉ H ₂₀ O ₆	[19]
179	2-hydroxy-3,4,5,6-tetramethoxydihydrochalcone	h	C ₁₉ H ₂₂ O ₆	[19]

注;a 为瓜馥木 *Fissistigma oldhamii* (Hemsl.) Merr.,d 为排骨灵 *Fissistigma bracteolatum* Chatterjee,e 为大叶瓜馥木 *Fissistigma latifolium* (Dun.) Merr.,f 为火绳藤 *Fissistigma poilanei* (Ast) Tsiang,h 为 *Fissistigma polyanthoides* (DC.) Merr.,j 为 *Fissistigma lanuginosum* (Hook.f.&Th.) Merr.,k 为尖叶瓜馥木 *Fissistigma acuminatissimum* Merr.,l 为黑风藤 *Fissistigma polyanthum* (Hook. f. et Thoms.) Merr.,m 为头序瓜馥木 *Fissistigma retusum* (Lev.) Rehd.。

表 7 瓜馥木属植物中倍半萜类种类

编号	名称	来源	分子式	参考文献
180	fissistinone	n	C ₁₅ H ₂₆ O ₄	[53]
181	fissistinol	n	C ₁₅ H ₂₈ O ₄	[53]
182	10 β -hydroxyisodauc-6-en-14-al	n	C ₁₅ H ₂₄ O ₂	[53]
183	4(15)-eudesmene-1 β ,7 α ,11-triol	n	C ₁₅ H ₂₆ O ₃	[53]
184	4(15)-eudesmene-1 β ,6 α -diol	n	C ₁₅ H ₂₆ O ₂	[53]
185	alloaromadendran-4 β ,10 α -diol	n	C ₁₅ H ₂₆ O ₂	[53]
186	10 α -hydroxycadin-4-en-15-al	n	C ₁₅ H ₂₄ O ₂	[53]
187	dysodensiols G	a	C ₁₄ H ₂₀ O ₃	[6, 54]
188	dysodensiols H	a	C ₁₅ H ₂₄ O ₃	[6, 54]
189	dysodensiols I	a	C ₁₅ H ₂₄ O ₃	[6, 54]
190	dysodensiol E	a	C ₁₅ H ₂₄ O ₃	[6, 54]
191	4-epi-isodauc-6-ene-10 β ,14-diol	a	C ₁₅ H ₂₆ O ₂	[54]
192	isodauc-6-ene-10 β ,14-diol	a	C ₁₅ H ₂₆ O ₂	[54]
193	7-hydroxymethyl-1-isopropyl-3 α -methyl-1,2,3,3a,4,5,6,8 α -octahydro-azulen-4-ol	a	C ₁₅ H ₂₆ O ₂	[54]
194	aromadendrane-4 α ,10 α -diol	a	C ₁₅ H ₂₆ O ₂	[54]

注;a 为瓜馥木 *Fissistigma oldhamii* (Hemsl.) Merr.,n 为 *Fissistigma villosissimum* Merr.。

2.2 抗炎和免疫抑制 左建平等^[36]研究从瓜馥木中分离得到的 7'- (3', 4'-dihydroxyphenyl) -N- [(4-methoxyphenyl) ethyl] propenamide (Z23) 在体外和体内对 T 细胞介导的免疫的抑制作用, 结果显示 Z23 在体外和体内能有效抑制鼠的免疫应答, 并且其免疫抑制作用可能归因于对 T 细胞活化和功能的抑制以及 Th1 型细胞因子的产生; 研究 Z23 对脂多糖 (LPS) 诱导 RAW264.7 巨噬细胞炎症反应的抗炎作用^[62], 结果表明 Z23 通过调节参与炎症过程的几种介质 (如 NO、PGE2) 和细胞因子的合成而发挥抗炎作用; 同时从瓜馥木 95% 乙醇提取物经过 D101 大孔树脂的 95% 乙醇洗脱部位分得 24 个化合物, 均表现出较强的抑制 T 和 B 细胞增殖的作用^[4]。

Hwang 等^[43]从瓜馥木中分离得到的 isopedicin 表现出抗炎活性, 其机制是有效抑制活化人嗜中性粒细胞中超氧阴离子的产生, 其抑制作用与细胞 cAMP 的升高和通过 PKA 活化抑制 cAMP 特异性 PDE 有关; 从排骨灵中分离得到一个新的查耳酮 bractelactone, 在 FMLP 诱导的人体粒细胞模型中表现出潜在的抑制超氧自由基 (O₂•⁻) 产生、弹性蛋白酶释放和 CD11b 表达的能力^[47]。

Cai 等^[24]从瓜馥木茎乙醇提取物的氯仿萃取部位得到 5 个新生物碱, 通过 ELISA 法测量氯仿部位和 5 个生物碱对 LPS 诱导的 RAW264.7 炎症模型中 TNF-α 和 IL-6 的释放量的影响, 结果显示氯仿部位和生物碱 aristolactam GII 表现出显著的体外抗炎活性。

陈光英等^[54]从瓜馥木茎中分离得到 3 种愈创木烷型倍半萜类化合物 dysodensiols G~I (1~3), 以及 5 个已知的、本属首分的倍半萜类化合物, 体外抗滑膜细胞增殖作用实验显示化合物 3 表现出潜在的抑制能力; 运用多种色谱技术对瓜馥木的化学成分进行研究, 采用活性追踪法从瓜馥木茎的乙醇提取物中分离得到 1 个新的脂肪酸甲酯类化合物, 采用 MTT 法对原代分离培养的滑膜细胞进行体外抗类风湿关节炎活性测试表明化合物 1 [(10E)-12, 13-二羟基-9-十八烷酮-10-烯酸甲酯] 具有抗滑膜细胞增殖活性^[63]; 从东方瓜馥木分离得到 3 个新的阿朴菲生物碱 fissitungfines C~E 和 5 个已知的类似物, 体外对滑膜细胞的抗增殖作用考察结果显示, 相对于其他化合物 Fissitungfine E 表现出显著的抑制作用^[10]; 从东方瓜馥木茎中分离得到一个新的吗啡乙烯酮生物碱 fssistigmine A, 表现出对滑膜细胞增殖的抑制作用^[14]。

2.3 抗肿瘤 Alias 等^[39]以对 KB 细胞的毒性为导向, 从 *F. lanuginosum* 乙酸乙酯提取部位分离得到两个新的缩合查耳酮 fssistin 和 isofssistin。Yang 等^[37]考察从独山瓜馥木根的乙酸乙酯部位得到胺类生物碱 1*H*-isoidole-1-methanol 的抗肿瘤活性, 体外 MTT 法和丹明 B 化验结果显示其可抑制肿瘤细胞的生长, 进一步体内验证发现该化合物能显著抑制小鼠体内 S-180 细胞的生长, 与多柔比星合用时能增强后者在小鼠体内的抗 S-180 细胞作用。Thuy 等^[12]从火绳藤的乙酸乙酯部位中分离得到 2 个新的阿朴菲生物碱 8-

hydroxy-9-methoxy-1, 2-methylenedioxyaporphine (1)、8-hydroxy-3, 9-dimethoxy-1, 2-methylenedioxyaporphine (2), 两者对 4 种人类肿瘤细胞株 (KB, Hep-G2, MCF-7, LU) 表现出中等的细胞毒性。

此外, 瓜馥木属植物还具有抗支气管哮喘^[64]、抗结核病^[65]、抗氧化^[55]、抗菌^[12]、抗抑郁、镇痛^[8]等作用。

3 结语

前期药理作用研究以及钻山风糖浆剂被《中国药典》收载, 说明瓜馥木属植物具有较好的开发利用价值。今后应在中医药理论的指导和现代科学技术的支撑下, 进一步对该属植物进行系统的化学成分分离和药效活性筛选, 获得新的化合物和药效活性; 利用各种专业网站与数据库获取其已知成分对应的靶点和疾病, 形成“成分-靶点”“靶点-疾病”的相关数据, 再利用数据库富集, 最终得到“成分-靶点-疾病-作用通路”, 对潜在活性成分和可能的作用机制进行深入研究, 寻找活性强、疗效优、毒副作用小的成分 (或部位) 进行针对性的药物开发, 从而更好地发挥该属植物资源优势, 为拓展相关药物来源奠定坚实基础。

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[M]. 北京: 科学出版社, 1979: 130.

[2] 傅春燕, 刘永辉, 杨 林, 等. 瓜馥木中一种黄酮的 NMR 表征[J]. 湖南师范大学自然科学学报, 2015, 38 (1): 45-49.

[3] 国家药典委员会. 中华人民共和国药典: 2015 年版一部[S]. 北京: 中国医药科技出版社, 2015: 1360.

[4] Zhang Y, Zhong X, Zheng Z, *et al.* Discovery and synthesis of new immunosuppressive alkaloids from the stem of *Fissistigma oldhamii* (Hemsl.) Merr. [J]. *Bioorg Med Chem*, 2007, 15 (2): 988-996.

[5] 钟圣海, 付艳辉, 周学明, 等. 瓜馥木枝叶中生物碱类化学成分研究[J]. 中国中药杂志, 2016, 41 (15): 2838-2842.

[6] 周学明. 石斛兰和两种瓜馥木属植物化学成分及其药理活性研究[D]. 海口: 海南师范大学, 2017.

[7] 钟圣海. 瓜馥木中化学成分及其生物活性研究[D]. 海口: 海南师范大学, 2016.

[8] 张 洁, 余世平, 舒 坤, 等. 瓜馥木碱甲的提取及镇痛作用研究[J]. 黑龙江畜牧兽医, 2015 (11): 205-206.

[9] Alias A, Hazni H, Mohd J F, *et al.* Alkaloids from *Fissistigma latifolium* (Dunal) Merr. [J]. *Molecules*, 2010, 15 (7): 4583-4588.

[10] Zhou Q, Fu Y, Zhang Y, *et al.* Bioactive aporphine alkaloids from *Fissistigma tungfangense*[J]. *Phytochem Lett*, 2018, 25: 105-108.

[11] Lan Y, Leu Y, Peng Y, *et al.* The first bis-retrochalcone from *Fissistigma latifolium* [J]. *Planta Med*, 2011, 77 (18): 2019-2022.

[12] Thuy T T, Quan T D, Anh N T, *et al.* Cytotoxic and antimicrobial aporphine alkaloids from *Fissistigma poilanei*

- (Annonaceae) collected in Vietnam[J]. *Nat Prod Res*, 2012, 26(14): 1296-1302.
- [13] Chang W, Chung C, Wu Y, *et al.* The vascular and cardioprotective effects of liriodenine in ischemia-reperfusion injury via NO-dependent pathway[J]. *Nitric Oxide*, 2004, 11(4): 307-315.
- [14] Zhou Q, Fu Y H, Zhang Y Q, *et al.* A new morphinandienone alkaloid from the stems of *Fissistigma tungfangense* [J]. *Nat Prod Res*, 2019, 33(3): 374-379.
- [15] Lan Y, Chia Y, Chang F, *et al.* Potential anti-inflammatory activities of Bractelactone and other compounds isolated from *Fissistigma bracteolatum*[J]. *Helv Chim Acta*, 2005, 88(4): 905-909.
- [16] Chia Y, Chang F, Wu Y. Two p-quinonoid aporphine alkaloids from *Fissistigma balansae* [J]. *J Nat Prod*, 1998, 61(11): 1430-1432.
- [17] Lo W L, Chang F R, Wu Y C. Alkaloids from the leaves of *Fissistigma glaucescens*[J]. *J Chin Chem Soc*, 2000, 47(6): 1251-1256.
- [18] Zhu H P, Lu X L, Sun X H, *et al.* Dihydrochalcones and phenanthrene derivatives from *Fissistigma bracteolatum* [J]. *J Med Colg PLA*, 2010, 25(4): 226-234.
- [19] Ngoc H N, Mair L, Nghiem D T, *et al.* Phenolic compounds from the stems of *Fissistigma polyanthoides* and their anti-oxidant activities[J]. *Fitoterapia*, 2019, 137: 104252.
- [20] Deng Y, Chen J, Wu F E. Two new aporphine alkaloids from *Fissistigma bracteolatum*[J]. *Chin Chem Lett*, 2002, 13(9): 862-864.
- [21] 郑宗平, 梁敬钰, 胡立宏. 瓜馥木活性成分研究[J]. 中国天然药物, 2005, 3(3): 151-154.
- [22] 傅春燕, 尹文清, 周中流. 瓜馥木中阿朴菲类生物碱的研究[J]. 中药材, 2007, 30(4): 409-412.
- [23] Zhou Q, Fu Y, Zhang Y, *et al.* Fissitungfines A and B, two novel aporphine related alkaloids from *Fissistigma tungfangense* [J]. *Tetrahedron Lett*, 2016, 57(37): 4162-4164.
- [24] Ge Y W, Zhu S, Shang M Y, *et al.* Aristololactams and aporphines from the stems of *Fissistigma oldhamii* (Annonaceae) [J]. *Phytochemistry*, 2013, 86: 201-207.
- [25] 周 威. 东方瓜馥木化学成分及其药理活性研究[D]. 海口: 海南师范大学, 2018.
- [26] 周 威, 付艳辉, 陈光英, 等. 东方瓜馥木中的生物碱类化学成分研究[C] //中国化学会第十一届全国天然有机化学学术会议论文集 (第五册). 北京: 中国化学会, 2016.
- [27] Lu S T, Wu Y C, Leou S P. Alkaloids of formosan *Fissistigma* and *Goniotalamus* species [J]. *Phytochemistry*, 1985, 24(8): 1829-1834.
- [28] Wu Y, Kao S, Huang J, *et al.* Two phenanthrene alkaloids from *Fissistigma glaucescens* [J]. *Phytochemistry*, 1990, 29(7): 2387-2388.
- [29] 徐昌瑞, 谢 平, 朱 英, 等. 瓜馥木化学成分的研究(简报) [J]. 中药通报, 1982(3): 30-31.
- [30] Wu J, Cheng Y, Chiu N, *et al.* A novel morphinandienone alkaloid from *Fissistigma oldhamii*[J]. *Planta Med*, 1993, 59(2): 179-180.
- [31] 李 琰, 杨世林, 徐丽珍. 排骨灵化学成分的研究[J]. 中草药, 2002, 33(2): 109-110.
- [32] Chia Y, Chang F, Li C, *et al.* Protoberberine alkaloids from *Fissistigma balansae* [J]. *Phytochemistry*, 1998, 48(2): 367-369.
- [33] 傅春燕. 瓜馥木化学成分研究及抑菌活性初探[D]. 桂林: 广西师范大学, 2007.
- [34] Wu J, Cheng Y, Kuo S, *et al.* Fissoldhimine, a novel skeleton alkaloid from *Fissistigma oldhamii* [J]. *Chem Pharm Bull (Tokyo)*, 1994, 42(10): 2202-2204.
- [35] Zhang H, Liu R, An Z, *et al.* Aristolactam-type alkaloids and aristolochic acids from *Aristolochia moupinensis* and *Aristolochia cathcartii*[J]. *Biochem Syst Ecol*, 2016, 65: 198-201.
- [36] Hu X, Zhong X, Zhang X, *et al.* 7'- (3', 4'-dihydroxyphenyl) -N- [(4-methoxyphenyl) ethyl] propenamide (Z23), an effective compound from the Chinese herb medicine *Fissistigma oldhamii* (Hemsl.) Merr, suppresses T cell-mediated immunity *in vitro* and *in vivo*[J]. *Life Sci*, 2007, 81(25-26): 1677-1684.
- [37] Yang Z, Lu W, Ma X, *et al.* Bioassay-guided isolation of an alkaloid with antiangiogenic and antitumor activities from the extract of *Fissistigma cavaleriei* root[J]. *Phytomedicine*, 2012, 19(3-4): 301-305.
- [38] 商立坚, 赵碧涛, 郝小江. 广西瓜馥木的新黄酮成分[J]. 云南植物研究, 1994, 16(2): 191-195.
- [39] Alias Y, Awang K, Hadi A H, *et al.* An antimitotic and cytotoxic chalcone from *Fissistigma lanuginosum* [J]. *J Nat Prod*, 1995, 58(8): 1160-1166.
- [40] Jongbunprasert V, Bavovada R, Theraratchailert P, *et al.* Chemical constituents of *Fissistigma polyanthoides*[J]. *Sci Asia*, 1999, 25: 31-33.
- [41] Gény C, Abou Samra A, Retailleau P, *et al.* (+) -and (-) -Ecarlottones, uncommon chalconoids from *Fissistigma latifolium* with pro-apoptotic activity[J]. *J Nat Prod*, 2017, 80(12): 3179-3185.
- [42] 郝小江, 吕 扬, 商立坚, 等. 瓜馥木己素的化学结构研究[J]. 中国药物化学杂志, 1995, 5(2): 143-145.
- [43] Hwang T, Li G, Lan Y, *et al.* Potent inhibition of superoxide anion production in activated human neutrophils by isopedicin, a bioactive component of the Chinese medicinal herb *Fissistigma oldhamii*[J]. *Free Radic Biol Med*, 2009, 46(4): 520-528.
- [44] Lien T P, Porzel A, Schmidt J, *et al.* Chalconoids from *Fissistigma bracteolatum*[J]. *Phytochemistry*, 2000, 53(8): 991-995.
- [45] Porzel A, Phuong Lien T, Schmidt J, *et al.* Fissistigmatins A-D: novel type natural products with flavonoid-sesquiterpene hybrid structure from *Fissistigma bracteolatum*[J]. *Tetrahedron*, 2000, 56(6): 865-872.
- [46] 傅春燕, 尹文清, 周中流. 瓜馥木化学成分研究[J]. 广西

师范大学学报（自然科学版），2007，25（3）：72-74.

[47] Wu Y, Sureshbabu M, Fang Y, *et al.* Potent inhibition of human neutrophil activations by bractelactone, a novel chalcone from *Fissistigma bracteolatum* [J]. *Toxicol Appl Pharmacol*, 2013, 266(3): 399-407.

[48] 曾 立, 向 荣, 傅春燕. 瓜馥木抗肿瘤活性研究[J]. 广东化工, 2017, 44(11): 55-56; 69.

[49] Van N H, Thuy T T, Van Sung T. Flavonoids from *Fissistigma acuminatissima*[J]. *J Chem*, 2007, 45（5）: 648-651.

[50] Dutra L M, Costa E V, Moraes V R D S, *et al.* Chemical constituents from the leaves of *Annona pickelii*（Annonaceae）[J]. *Biochem Syst Ecol*, 2012, 41: 115-118.

[51] Lan Y H, Peng Y T, Thang T D, *et al.* New flavan and benzil isolated from *Fissistigma latifolium* [J]. *Chem Pharm Bull (Tokyo)*, 2012, 60(2): 280-282.

[52] 张航旗, 周 戚, 付艳辉, 等. 头序瓜馥木化学成分研究[J]. 天然产物研究与开发, 2017, 29(2): 245-248; 244.

[53] Tran D T, Mai H D T, Tran H G, *et al.* Two new sesquiterpenes from the fruits of *Fissistigma villosissimum*[J]. *J Asian Nat Prod Res*, 2016, 19(3): 235-240.

[54] Zhou X M, Zheng C J, Zhang Y Q, *et al.* Guaiane-type sesquiterpenoids from *Fissistigma oldhamii* inhibit the proliferation of synoviocytes [J]. *Planta Med*, 2017, 83（3-4）: 217-223.

[55] Fan H, Zheng T, Chen Y, *et al.* Chemical constituents with free-radical-scavenging activities from the stem of *Fissistigma polyanthum*[J]. *Pharmacogn Mag*, 2012, 8(30): 98-102.

[56] 彭新生, 周艳芳, 高幼衡, 等. 瓜馥木化学成分的研究（Ⅲ）[J]. 中成药, 2008, 30(10): 1502-1504.

[57] Thang T D, Luu H V, Hung N H, *et al.* Constituents of essential oils from three species of *Fissistigma* genus from Vietnam[J]. *Chem Nat Compd*, 2016, 52(1): 155-158.

[58] Hung N V, Dai D N, Thai T H, *et al.* Essential oil from the fruits of *Fissistigma bracteolatum* and *Fissistigma maclurei*[J]. *Chem Sci Int J*, 2016, 17(3): 1-7.

[59] 陈 奇, 刘春梅, 毕 明, 等. 瓜馥木碱对心血管影响的实验研究[J]. 江西医药, 1982(S1): 18-20.

[60] 陈 奇, 林炳流, 陈芝喜, 等. 瓜馥木总碱对环核苷酸的影响及对离体心脏的作用[J]. 中国药理学报, 1985, 6（1）: 48-51.

[61] Chang G J, Wu M H, Wu Y C, *et al.* Electrophysiological mechanisms for antiarrhythmic efficacy and positive inotropy of liriodenine, a natural aporphine alkaloid from *Fissistigma glaucescens*[J]. *Br J Pharmacol*, 1996, 118(7): 1571-1583.

[62] Hu X D, Yang Y, Zhong X G, *et al.* Anti-inflammatory effects of Z23 on LPS-induced inflammatory responses in RAW264.7 macrophages [J]. *J Ethnopharmacol*, 2008, 120（3）: 447-451.

[63] 周学明, 张 斌, 张玉琴, 等. 瓜馥木中 1 个新的脂肪酸甲酯及其滑膜细胞抑制活性[J]. 中国中药杂志, 2018, 43（9）: 1754-1757.

[64] Lin C H, Chang G J, Su M J, *et al.* Pharmacological characteristics of liriodenine, isolated from *Fissistigma glaucescens*, a novel muscarinic receptor antagonist in guinea-pigs[J]. *Br J Pharmacol*, 1994, 113(1): 275-281.

[65] 杨再昌, 李 镔, 张 健, 等. 独山瓜馥木提取物促休眠型结杆菌复苏的活性研究（英文）[J]. 天然产物研究与开发, 2015, 27(7): 1219-1224.