

岭南山竹子化学成分及活性研究进展

韩雨桐¹, 李兴玉², 龙春林^{1,3*}

¹中央民族大学 生命与环境科学学院, 北京 100081; ²云南农业大学理学院, 昆明 650203;

³中国科学院昆明植物研究所, 昆明 650201

摘要: 岭南山竹子 (*Garcinia oblongifolia*) 是藤黄科藤黄属乔木, 为中国南部一种著名的药用植物。本文总结出从岭南山竹子的不同部位分离到的 120 个化合物, 其中, 苯甲酮类、呋喃酮类是该植物的主要化学成分, 具有抗炎、抗病毒、抗癌等活性。近年来有关岭南山竹子的研究主要集中在不同部位的化学成分, 及其主要活性; 而其作用机理、生物合成途径以及相关产品开发等方面则有待进一步深入探究。本文系统地总结分析近 10 年的岭南山竹子相关研究成果, 为进一步研究与开发该植物资源提供线索。

关键词: 岭南山竹子; 化学成分; 药理活性; 研究进展

中图分类号: R284

文献标识码: A

DOI: 10.16333/j.1001-6880.2018.2.025

Research Advance in Chemical Constituents and Pharmacological Activities of *Garcinia oblongifolia*

HAN Yu-tong¹, LI Xing-yu², LONG Chun-lin^{1,3*}

¹College of Life and Environmental Sciences, Minzu University of China, Beijing 100081, China;

²College of Science, Yunnan Agricultural University, Kunming 650203, China;

³Kunming Institute of Botany, Chinese Academy of Sciences, Kunming 650201, China

Abstract: *Garcinia oblongifolia*, an arbor in the family Clusiaceae, is a famous medicinal plant in south China. The local people use it as herbal medicine for the treatment of indigestion, cacoehyilia, bleeding, periodontitis, stomatitis and reducing the fever. In total, 120 compounds had been isolated from *G. oblongifolia*, including benzophenones, xanthenes, triterpenes, steroids, etc. Benzophenones and xanthenes are the main constituents in *G. oblongifolia*, distributing in different parts of the plant, which showed strong biological activities of anti-inflammatory, anti-virus, anti-cancer, etc. These years, most researchers were focusing on the chemical components of different parts and their activities, and to explore the main active ingredient. However, its active mechanism, biosynthetic pathway and product development need to be further explored. This review summarizes and analyzes the research results in recent 10 years, which may provide information for further research and development.

Key words: *Garcinia oblongifolia*; chemical constituent; pharmacological activity; research progress

岭南山竹子 (*Garcinia oblongifolia*) 为常绿乔木, 多分枝, 冠浓密, 高 5 ~ 15 m。单叶对生, 具短柄, 倒卵状矩圆形或倒披针形, 长为 5 ~ 12 cm, 宽为 2 ~ 3.5 cm, 先端钝或尖, 基部渐狭, 楔形, 全缘, 革质。岭南山竹子产于广西、广东、海南等地, 生于平原、海拔 200 ~ 800 m 的丘陵台地或热带雨林、季雨林低山地下部的树林中^[1,2]。作为传统药材, 岭南山竹子茎皮常用于消炎止痛、收敛生肌、消化不良、溃疡病

轻度出血、口腔炎、牙周炎等; 其外用可治烧烫伤、湿疹, 其叶子的浸液还可以治疗伤口腐烂^[3]。现代研究还表明岭南山竹子的提取物具有抗炎、抗肿瘤、抗氧化、杀虫、抑菌等作用^[4]。

本文综述了近 10 年有关岭南山竹子的化学成分及药理活性研究, 总结出从其不同部位共分离到的 120 个化合物, 分属于苯甲酮类、呋喃酮类、三萜类、甾体类等, 具有抗菌、镇痛抗炎、抗氧化、抗病毒、抗癌、抗糖尿病等多种活性, 在医药领域都具有很好的应用前景。除此之外, 本文还对岭南山竹子近些年来有关化学成分分离及分析、药理活性研究等方面的研究进展进行综述, 为进一步研究提供参考。

收稿日期: 2017-08-28 接受日期: 2017-11-02

基金项目: 国家自然科学基金 (31761143001, 31070288); 中央民族大学少数民族事业发展协同创新中心和引导专项 (ydzxk201618, 2015MDTD16C)

* 通信作者 Tel: 86-10-68930381; E-mail: long_chunlin@muc.edu.cn

1 岭南山竹子的主要化学成分

到目前为止,已从岭南山竹子中分离提取并鉴定了 120 个化合物,主要为苯甲酮类、呷酮类、三萜类以及黄酮类等,分别提取自岭南山竹子的树皮、

枝、叶、果实等部位(表 1)。而作为藤黄属植物中大量分布的两类化合物,苯甲酮类和呷酮类化合物在岭南山竹子的各个部位中同样广泛分布(图 1),且为岭南山竹子的主要活性成分。

表 1 岭南山竹子中的化合物

Table 1 Chemical compounds of *G. oblongifolia*

化合物种类 Compounds	果实 Fruit	树皮 Bark	枝 Twig	叶 Leaves	总 Total	占总化合物比例 Percentage
苯甲酮类 Benzophenones	6	12	12	21	29	24.17%
呷酮类 Xanthonnes	0	19	19	5	31	25.83%
黄酮类 Flavones	2	7	0	0	9	7.50%
三萜类 Triterpenoids	0	5	0	5	10	8.33%
苯甲酸类 Benzoic Acids	0	1	0	2	3	2.50%
甾体类 Steroid	1	4	0	1	4	3.33%
联二苯类 Biphenyl	0	0	0	4	4	3.33%
其他 Others	2	19	0	9	30	25.00%
总 Total	11	67	31	47	120	100.00%

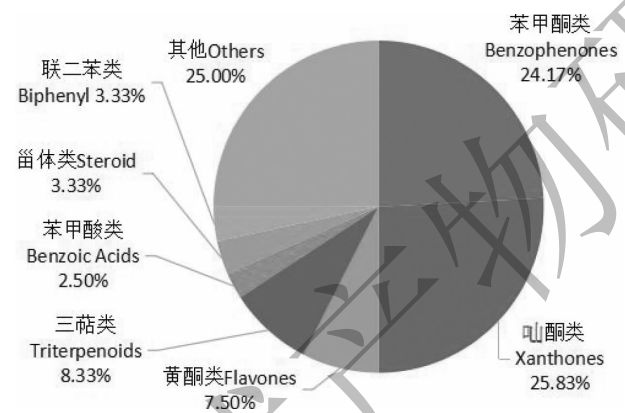


图 1 岭南山竹子中化合物类型的分布

Fig. 1 Distribution of chemical components in *G. oblongifolia*

1.1 苯甲酮类化合物

苯甲酮类化合物是岭南山竹子主要成分之一,也是藤黄科的特征性化合物。目前从岭南山竹子中提取出的苯甲酮类化合物共 30 种,包括 oblongifolin A-G, oblongifolin J-Z, oblongifolin AA, camboginol, cambogin, guttiferone B, garciniagifolone A, 30-*epi*-cambogin 等(表 2)。该类化合物结构中多为两个苯环通过羰基相连,可分为简单苯甲酮、异戊烯基苯甲酮等,取代基主要为异戊烯基、甲氧基和羟基。许多天然苯甲酮类化合物都具有抗真菌、抗艾滋病、抗氧化、细胞毒性和抗病毒等活性,是一类具有很大开发

价值的化合物^[5]。

1.2 呷酮类

呷酮类化合物是藤黄属植物中分布最多的一类化学成分,基本母核有简单呷酮类、吡喃并呷酮类、呋喃并呷酮类、笼状呷酮类等结构。目前研究表明,天然呷酮类化学成分具有广泛的药理活性,包括抗肿瘤、抗菌、抗病毒、保肝、降血糖、抑制黄嘌呤氧化酶等多种药理作用,有良好的开发前景^[15];其中笼状多异戊烯基呷酮类化合物更是由于具有抗肿瘤、抗 HIV-I、抗菌等作用而备受国内外学者关注^[16]。从岭南山竹子中提取到的呷酮类化合物共 30 种,包括 oblongixanthone A-H, pedunxanthone B-C, dulxanthone B, nigrolineaxanthonnes V, nigrolineaxanthone T, euxanthone, garciobioxanthone, griffipavixanthone 等(表 3),在岭南山竹子中也是占所提化合物比重最大的一类,各部分都有广泛分布,且多数都具有良好的活性。

1.3 其他化合物

除了苯甲酮类以及呷酮类化合物,岭南山竹子中还有许多三萜类化合物(acetyl oleanolic acid, presqualene alcohol, Peplusol, 10-hydroxybotryococcene, oleanic acid, 5(6)-gluten-3ryol, 24-Methylenecycloart-3-one, 木栓酮, 表木栓醇, 熊果酸等);黄酮类化合物(quercetin, taxifolin, morelloflavone, naringenin,

genistein, isoprunitin, daidzein), 甾体类化合物(β -谷甾醇, 豆甾醇, 豆甾-4-烯-3-酮, 3-O-[6'-O-n-acyl- β -glucosyl]-22-dehydroclerosterol 等), 苯甲酸类化合物(苯甲酸, 3-甲氧基-4-羟基-苯甲酸, syringic acid 等)以及联二甲苯类化合物(oblongifoliagarcinine A-D)等。

表2 苯甲酮类化合物在岭南山竹子各部位的分布

Table 2 Benzophenones distributed in different parts of *G. oblongifolia*

编号 No.	化合物 Compounds	化学式 Chemical formula	部位 Part	参考文献 References
1	oblongifolin A	C ₃₈ H ₅₀ O ₆	果实, 树皮, 枝, 叶	6, 7, 8, 12
2	oblongifolin B	C ₃₈ H ₅₀ O ₆	果实, 树皮, 枝	6, 7, 12
3	oblongifolin C	C ₄₃ H ₅₈ O ₆	果实, 树皮, 枝, 叶	6, 7, 12, 13
4	oblongifolin D	C ₄₃ H ₅₈ O ₆	树皮, 枝	6, 12
5	oblongifolin E	C ₃₈ H ₅₀ O ₅	果实, 树皮, 枝	6, 7
6	oblongifolin F	C ₃₈ H ₄₈ O ₆	果实, 树皮, 枝	6, 7
7	oblongifolin G	C ₃₈ H ₄₈ O ₆	树皮, 枝	6
8	oblongifolin J	C ₃₂ H ₃₈ O ₅	叶	13
9	oblongifolin K	C ₃₂ H ₃₇ O ₇	叶	13
10	oblongifolin L	C ₃₃ H ₄₂ O ₄	叶	13, 14
11	oblongifolin M	C ₃₃ H ₄₂ O ₅	叶	13
12	oblongifolin N	C ₃₃ H ₄₀ O ₅	叶	13
13	oblongifolin O	C ₃₃ H ₄₀ O ₆	叶	13
14	oblongifolin P	C ₂₄ H ₂₈ O ₅	叶	13
15	oblongifolin Q	C ₃₃ H ₄₂ O ₅	叶	13
16	oblongifolin R	C ₃₃ H ₄₂ O ₅	叶	13
17	oblongifolin S	C ₃₃ H ₄₂ O ₅	叶	13
18	oblongifolin T	C ₃₈ H ₄₉ O ₇	叶	13
19	oblongifolin U	C ₃₈ H ₅₀ O ₅	叶	13
20	oblongifolin V	C ₂₇ H ₃₀ O ₅	叶	14
21	oblongifolin W	C ₂₇ H ₃₀ O ₅	叶	14
22	oblongifolin X	C ₂₇ H ₂₈ O ₅	叶	14
23	oblongifolin Y	C ₂₅ H ₂₈ O ₆	叶	14
24	oblongifolin Z	C ₃₃ H ₄₄ O ₅	叶	14
25	oblongifolin AA	C ₃₃ H ₄₄ O ₄	叶	14
26	campogin	C ₃₈ H ₃₈ O ₆	果实, 树皮	11, 12
27	guttiferone B	C ₄₃ H ₅₈ O ₆	树皮, 枝	6, 12
28	30-epi-campogin	C ₃₈ H ₅₀ O ₆	枝	6
29	campoginol	C ₃₈ H ₅₀ O ₆	树皮, 枝, 叶	8, 9, 10, 12
30	garciniagifolone A	C ₃₈ H ₄₈ O ₆	树皮	8

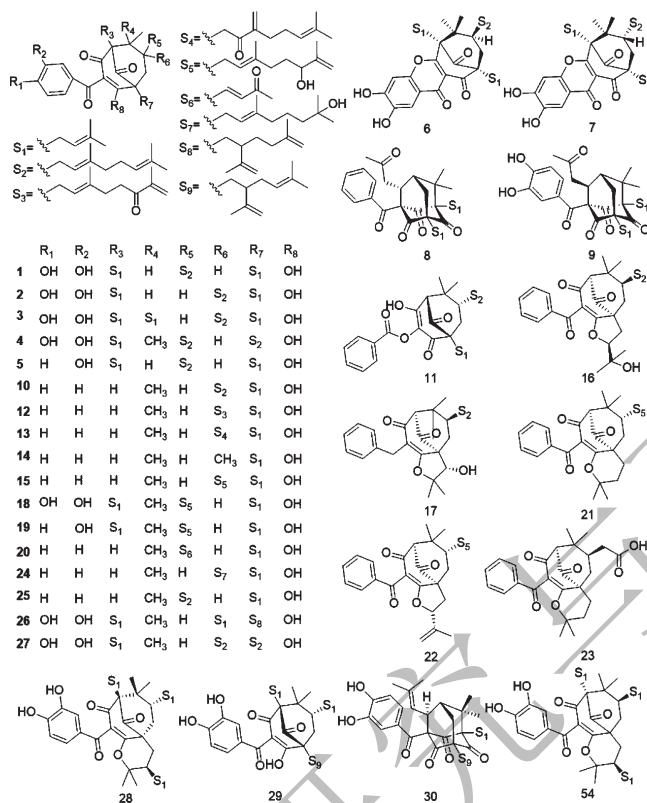


图2 岭南山竹子中苯甲酮类化合物结构

Fig. 2 Chemical structure of benzophenones isolated from *G. oblongifolia*

表3 山酮类化合物在岭南山竹子各部位的分布

Table 3 The distribution of xanthenes in different part of *G. oblongifolia*

编号 No.	化合物 Compounds	化学式 Chemical formula	部位 Part	参考文献 References
31	oblongixanthone A	C ₁₈ H ₁₄ O ₆	树皮,枝	6,8
32	oblongixanthone B	C ₂₉ H ₃₄ O ₆	树皮,枝,叶	6,13
33	oblongixanthone C	C ₂₉ H ₃₄ O ₆	树皮,枝	6
34	oblongixanthone D	C ₂₄ H ₃₀ O ₈	叶	14
35	oblongixanthone E	C ₂₄ H ₃₀ O ₈	叶	14
36	oblongixanthone F	C ₃₃ H ₄₀ O ₆	枝	19
37	oblongixanthone G	C ₂₄ H ₂₆ O ₆	枝	19
38	oblongixanthone H	C ₂₉ H ₃₃ O ₆	枝	19
39	parvifolixanthone B	C ₂₄ H ₂₆ O ₆	树皮,枝	6
40	euxanthone	C ₁₃ H ₈ O ₄	树皮,枝,叶	6,13
41	nigrolineaxanthone T	C ₁₉ H ₂₀ O ₇	枝	6,18
42	leixanthone	C ₁₅ H ₁₂ O ₆	树皮,枝	6
43	isocowanin	C ₂₉ H ₃₄ O ₆	枝	19
44	cowanin	C ₂₉ H ₃₄ O ₆	枝	19
45	cowanol	C ₂₉ H ₃₄ O ₇	枝	19

续表 3 (Continued Tab. 3)

编号 No.	化合物 Compounds	化学式 Chemical formula	部位 Part	参考文献 References
46	rubraxanthone	C ₂₄ H ₂₆ O ₆	枝	19
47	cowagarcinone E	C ₃₁ H ₃₆ O ₈	枝	19
48	norcowanin	C ₂₈ H ₃₂ O ₆	枝	19
49	1,3,6-trihydroxy-7-methoxy-2,5-bis (3-methylbut-2-enyl) xanthone	C ₂₄ H ₂₆ O ₆	枝	19
50	dulxanthone B	C ₂₄ H ₂₆ O ₆	树皮,叶	13
51	xanthone V _{2a}	C ₂₄ H ₂₆ O ₇	树皮	8
52	1,3,7-trihydroxy-2-(3-methylbut- 2-en-1-yl)-9H-xanthen-9-one	C ₂₃ H ₂₄ O ₅	树皮	8
53	1,3,6,7-tetrahydroxy-9H-xanthen-9-one	C ₁₃ H ₈ O ₆	树皮	8
54	isoxanthochymol	C ₁₃ H ₈ O ₄	树皮	17
55	garcibioxanthone	C ₃₇ H ₃₂ O ₁₃	树皮	18
56	griffipavixanthone	C ₃₆ H ₂₈ O ₁₂	树皮	18
57	nigrolineaxanthone V	C ₂₄ H ₂₄ O ₆	树皮,枝	6,19
58	pedunxanthone C	C ₂₄ H ₂₄ O ₆	树皮	9,10
59	1,3,5-trihydroxy-13,13-dimethyl- 2H-pyran[7,6-b]xanthone	C ₁₃ H ₈ O ₅	树皮,枝	6
60	rheediaxanthone A	C ₂₃ H ₂₀ O ₆	枝	6

2 岭南山竹子的药理作用

2.1 抗菌作用

廖红等研究结果显示,岭南山竹子粉对烧烫伤创面常见的感染菌(绿脓杆菌、大肠杆菌、金葡菌、白葡菌、沙雷氏菌、肺炎杆菌、变形杆菌、乙型链球菌等)作用 12 h 后,可完全抑菌,揭示了岭南山竹子粉对烧烫伤的疗效^[20]。林源等也以此为基础进行的临床试验,再一次印证了岭南山竹子粉促进皮肤细胞生长,加快伤口愈合的能力^[21]。由于岭南山竹子中的 fukugiside、morelloflavone 对金黄色葡萄球菌、枯草杆菌、大肠杆菌三种致病菌均有一定的抑制作用,所以很可能这类化合物作为主要活性成分发挥治疗烧烫伤的作用。

2.2 镇痛抗炎作用

郑作文等则以岭南山竹子干燥树皮的常规水提取物为原料,分别研究了其对热板致痛、醋酸扭体反应、辐射热甩尾反应等的影响,对其镇痛作用及消炎作用进行药理研究,发现岭南山竹子对小鼠热板致痛、辐射热甩尾反应和化学致痛都有明显抑制作用,可明显减少小鼠自主活动,对炎症增殖也有明显抑制作用^[22]。另外,在岭南山竹子果实和树皮中均有提取到的 β -谷甾醇也有较强的镇咳、抗炎、降低胆固醇等作用,可以在临床上用来治疗慢性气管

炎^[23]。

2.3 抗氧化作用

赵李妮等则对岭南山竹子茎皮部分进行了体外抗氧化活性的研究。在对茎皮提取物石油醚段、乙酸乙酯段、水溶性段的抗氧化活性进行评价后,发现 3 个极性段都有较好的清除 ABTS⁺ 活性,且清除活性随着浓度增加而增强;而对 DPPH 自由基的清除活性大于 ABTS⁺ 自由基^[24]。由此可见,岭南山竹子茎皮提取物中多种化合物都具有较好的抗氧化活性。

2.4 抗病毒作用

目前为止尚未发现可以治疗 EV71 感染的有效药物,而岭南山竹子中 oblongifolin M 的发现则为此提供了契机。研究发现,oblongifolin M 可通过依赖剂量的方式抑制 EV71 病毒的感染,是一种有效的抗病毒药物,而 ERp57 则是它对抗 EV71 病毒感染的细胞效应器之一^[25]。

2.5 抗癌作用

徐宏喜等通过实验研究发现,岭南山竹子的丙酮提取物对诱导宫颈癌 Hela-C3 细胞凋亡也有很好的疗效,相比之下甲醇提取物效果较差^[6]。由此进一步进行活性追踪测试,从其丙酮提取物中分离得到前文提到的可诱导宫颈癌 Hela-C3 细胞凋亡的 7 个化合物,包括 oblongixanthone C, oblongifolin F,

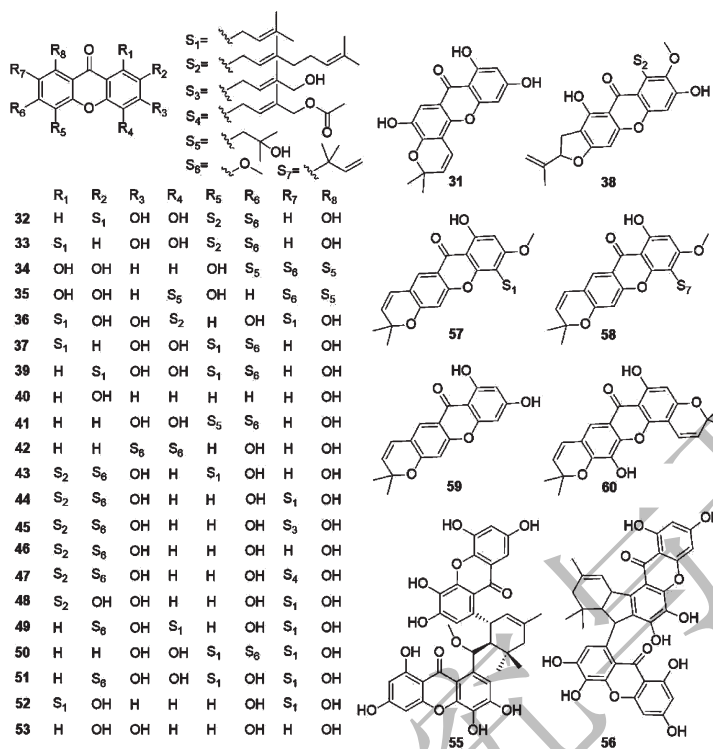


图3 岭南山竹子中山酮类化合物结构

Fig. 3 Chemical structure of xanthenes isolated from *G. oblongifolia*

oblongifolin G, 1,3,5-三羟基-13,13-二甲基-2H-吡喃[7,6-b]咕吨酮, oblongifolin B, nigrolineaxanthenes T, oblongifolin D. oblongixanthenes A-C 和 oblongifolins E-G 都有对 HeLa-C3 细胞凋亡的诱导作用, 而 oblongifolin C 是最有效的诱导物^[5]; 而后又发现 oblongifolin F 和 oblongifolin G 不仅具有显著的促凋亡活性, 且在宫颈癌 HeLa 细胞中可表现出最好的细胞毒性和 caspase3 激活能力, 有效杀死癌细胞^[26]。

除此之外, garcinone E 对所有肝癌细胞及其他胃癌细胞等具有潜在的细胞毒作用^[27]; 豆甾醇可作为合成性激素、肾上腺皮质激素、甾体避孕药、更年期病治疗药、利尿药、抗肿瘤药、同化激素及催肥激素等多种药物的母体化合物^[28]; 乙酰齐墩果酸体外抗肿瘤实验表明, 对肺癌 NCT-H460 细胞有较好活性^[29]; δ -生育三烯酚能够明显抑制人结肠癌 SW620 细胞^[30], 乳腺癌 MCF-7 细胞^[31], 肝癌 HepG2 细胞的生长并诱导其凋亡^[32], 抗氧化, 降低胆固醇^[33], 此外还可以用来预防和治疗胰腺癌; cambogin 对 Daoy MB 髓母细胞瘤^[34]、小鼠 P388 白血病细胞^[35] 都有很好的抑制作用; griffipavixanthenone (GPX) 在进行体外研究后, 发现其对人类的非小细胞肺癌 (NSCLC) 细胞有抗增殖的作用, 可通过激活 caspase

和阻碍线粒体功能导致细胞凋亡^[36], 这些化合物都有望成为治疗癌症的新药物。

2.6 抗糖尿病作用

Trinh 等近期实验发现, 岭南山竹子中提出的多种化合物可在体外通过对 α -glucosidase 和 PTP1B 的抑制来实现其抗糖尿病的作用, 其中化合物 norcowanin 活性最高^[19], 在抗糖尿病药的发展上有广阔的应用前景。

3 结语

迄今为止, 从岭南山竹子中提取到的 120 种化合物, 大部分都具有较好的活性, 可进一步开发利用; 部分有细胞毒性的成分, 也可以加强化学成分与药理活性相关性的研究, 通过结构修饰、构效关系等方式来发现新的活性先导化合物。然而, 目前关于岭南山竹子化学成分的研究主要集中在成分提取及活性研究上, 而其活性机理, 生物合成途径及产品开发则有待进一步探究, 以便更好地开发利用岭南山竹子这一宝贵的植物资源。

参考文献

1 Editorial Committee of Dendrology (South Version). Den-

- drology [M]. Beijing: China Forestry Publishing House, 1994.
- 2 Edited by Forestry Administration of Guangdong Province and Forestry Society of Guangdong Province. Cultivation techniques of commercial forest and fine varieties in Guangdong province [M]. Guangzhou: Guangdong Science & Technology Press, 2003.
 - 3 Editorial office of National Chinese Herbal Medicine Collection. Collection of National Chinese herbal medicine [M]. Beijing: People's Medical Publishing House, 1975:51.
 - 4 Chomnawang MT, *et al.* Antimicrobials effects of Thai medicinal plants against acne-in-during bacteria [J]. *J Ethnopharmacol*, 2005, 101: 330-333.
 - 5 Wu SB, *et al.* Structural diversity and bioactivities of natural benzophenones [J]. *Nat Prod Rep*, 2014, 31: 1158-1174.
 - 6 Huang SX, *et al.* Bioassay-guided isolation of xanthenes and polycyclic prenylated acylphloroglucinols from *Garcinia oblongifolia* [J]. *J Nat Prod*, 2009, 72: 130-135.
 - 7 Li P, *et al.* Separation and identification of chemical constituents from *Garcinia oblongifolia* fruits [J]. *Food Sci*, 2016, 37: 132-136.
 - 8 Shan WG, *et al.* Polyprenylated xanthenes and benzophenones from the bark of *Garcinia oblongifolia* [J]. *Helv Chim Acta*, 2012, 95: 1442-1448.
 - 9 Yu FS. Study on chemical constituents from the bark of *Garcinia oblongifolia* Champ [D]. Suzhou: Soochow University, 2013.
 - 10 Yu FS, *et al.* Chemical constituents of *Garcinia oblongifolia* Champ [J]. *Central South Pharm*, 2013, 11: 241-244.
 - 11 Li H, *et al.* Chemical constituents of *Garcinia oblongifolia* Champ [J]. *Lishizhen Med Mater Med Res*, 2012, 23: 1353-1355.
 - 12 Wafaa H, *et al.* Oblongifolins A-D, polyprenylated benzoylphloroglucinol derivatives from *Garcinia oblongifolia* [J]. *J Nat Prod*, 2006, 69: 774-777.
 - 13 Zhang H, *et al.* Prenylated benzoylphloroglucinols and xanthenes from the leaves of *Garcinia oblongifolia* with anti-entroviral activity [J]. *J Nat Prod*, 2014, 77: 1037-1046.
 - 14 Zhang H, *et al.* UPLC-PDA-QTOFMS-guided isolation of prenylated xanthenes and benzoylphloroglucinols from the leaves of *Garcinia oblongifolia* and their migration-inhibitory activity [J]. *Scienti Rep-UK*, 2016, 1-12.
 - 15 Fan D M, *et al.* Review on pharmacological activities of natural xanthone [J]. *Nat Prod Res Dev* (天然产物研究与开发), 2017, 29: 503-510.
 - 16 Wang LL, *et al.* Progress in caged polyprenylated xanthenes of *Garcinia* genus [J]. *Nat Prod Res Dev* (天然产物研究与开发), 2011, 23: 789-795.
 - 17 Li H. Study on the chemical constituents of the bark of *Garcinia oblongifolia* Champ [D]. Shihezi: Shihezi University, 2012.
 - 18 Feng SX, *et al.* A new bixanthone derivative from the bark of *Garcinia oblongifolia* [J]. *Nat Prod Res*, 2014, 28(2): 81-85.
 - 19 Binh TD, *et al.* Xanthenes from the twigs of *Garcinia oblongifolia* and their antidiabetic activity [J]. *Fitoterepia*, 2017, 118: 126-131.
 - 20 Liao H, *et al.* Analyse the ability of bacteriostasis of *Garcinia oblongifolia* powder [J]. *Acta Guangxi Med Coll*, 1999, 2(2): 39.
 - 21 Lin Y, *et al.* Clinical observation of 36 cases of burns treated by *Garcinia oblongifolia* powder [J]. *Acta Guangxi Med Coll*, 1996, 13(3): 71.
 - 22 Zheng ZW, *et al.* Analgesic anti-inflammatory effect of *Garcinia oblongifolia* [J]. *Guangxi J Tradit Chin Med*, 1994, 17(5): 45-47.
 - 23 Yang NY, *et al.* The chemical constituents and pharmacological activity of *Eupatorium* plants [J]. *World Phytomedicines*, 2002, 17(6): 244.
 - 24 Zhao LN, *et al.* Antioxidant activity of the *Garcinia oblongifolia* Champ Bark *in vitro* [J]. *Lishizhen Med Mater Med Res*, 2015, 26: 1843-1844.
 - 25 Wang MJ, *et al.* Oblongifolin M, an active compound isolated from a Chinese medical herb *Garcinia oblongifolia*, potently inhibits enterovirus 71 reproduction through down regulation of ERp57 [J]. *Impact J*, 2015, 7: 8797-8808.
 - 26 Feng C, *et al.* Characterization of proapoptotic compounds from the bark of *Garcinia oblongifolia* [J]. *J Nat Prod*, 2014, 77: 1111-1116.
 - 27 Xiang H, *et al.* Compounds in *Garcinia mangostin* and their pharmacological effects [J]. *Nat Prod Res Dev* (天然产物研究与开发), 2009, 21: 529-534.
 - 28 Zhu XD, *et al.* Study on the purification process of stigmastanol [J]. *J Southwest Forest Coll*, 2002, 22(4): 41.
 - 29 Yuan B, *et al.* Chemical constituents, biological activities and fluorescence quenching of *Fomitiporia punctata* fruiting body extract [J]. *Mycosystema*, 2011, 30: 464-471.
 - 30 Li DM, *et al.* Anti-proliferative effect of δ -tocotrienol on colorectal cancer cells [J]. *Chin J Public Health*, 2010, 26: 1136.
 - 31 Xia XD, *et al.* Study progress of tocotrienols [J]. *Food Ferment Ind*, 2010, 27(8): 65.
 - 32 Birringer M, *et al.* Identities and differences in the metabolism of tocotrienols and tocopherols in HepG2 cells [J]. *Am Soc Nutrit Sci*, 2002, 132: 3113-3118.
 - 33 Chen ZX, *et al.* Tocotrienols-a new type of cholesterol-lowering substance with antioxidant properties [J]. *J Wuxi Univ Light Ind*, 1995, 14: 270.