

# 油茶化学成分及对肿瘤细胞抑制活性研究进展

张军锋\*, 吴友根, 胡新文

海南大学材料与化工学院, 海口 570228

**摘要:** 本文结合国内外文献综述了油茶化学成分的研究进展, 并对该植物的抗肿瘤活性进行了总结。油茶所含化学成分主要为三萜及三萜皂苷类、黄酮类、脂肪酸类、甾体类、木脂素类等。三萜及三萜皂苷类成分为油茶中最主要的化学成分。油茶提取物及单体化合物 Oleiferasaponin B1、B2、C1、C2、油茶皂苷 B 对肿瘤细胞有抑制活性, 多糖和油茶皂苷 A、B 具有抑制移植瘤活性, 其作用机制有待进一步深入研究。

**关键词:** 油茶; 化学成分; 抗肿瘤

中图分类号: R285

文献标识码: A

DOI: 10.16333/j.1001-6880.2018.4.028

## Advances in Chemical Constituents and Antitumor Activity of *Camellia oleifera* Abel.

ZHANG Jun-feng\*, WU You-gen, HU Xin-wen

College of materials and chemical engineering, Hainan University, Haikou 570228, China

**Abstract:** In this paper, we reviewed the research progress of the chemical constituents of *Camellia oleifera* Abel. and its antitumor activity. The main chemical constituents are triterpenoids and triterpenoid saponins, flavonoids, fatty acids, steroids and lignans in *Camellia oleifera* Abel. The triterpenoids and triterpenoid saponins are the most abundant chemical constituents in *Camellia oleifera* Abel. The main inhibitory activities of tumor cells were oleifera saponin B1, B2, C1, C2 and camellia saponin B. Polysaccharide, camellia saponin A and B can inhibit the tumor xenograft. The anti-tumor mechanism needs to be further studied.

**Key words:** *Camellia oleifera* Abel.; chemical constituents; antitumor activity

油茶 (*Camellia oleifera* Abel.), 又名: 茶子树、茶油树, 为山茶科山茶属植物, 起源于中国, 且栽培和利用的历史悠久, 主要生长在长江以南地区<sup>[1]</sup>, 因其种子可榨油(茶油)供食用, 故与油橄榄、油棕、椰子并称为世界四大木本油料树种, 同时与乌桕、油桐和核桃并称为我国四大木本油料植物<sup>[2]</sup>。茶油是一种高营养的保健油, 含饱和脂肪酸、角鲨烯、甾醇和维生素 E 等成分, 具有清热化湿, 抑菌消炎等功效, 可以同橄榄油相媲美<sup>[3-5]</sup>, 现已被中华人民共和国药典收载入药。研究发现油茶的其他部位如茶子心、茶子饼、茶子木花、油茶根皮及油茶叶等也含有丰富的功能性成分<sup>[6]</sup>, 具有抗焦虑、抗衰老、改善记忆及预防癌症等药效<sup>[7-9]</sup>, 若能将其开发成相应的新型产品, 必将会产生一定的经济和社会效益<sup>[10]</sup>。

从传统植物中药资源中寻找并开发高效低毒的抗肿瘤药物已成为当下研究的一个新方向<sup>[11,12]</sup>, 油茶是近年抗肿瘤研究热点。迄今为止, 国内外学者针对油茶各部位的化学成分及生物活性等进行了一系列较为深入的研究, 普遍认为油茶是一种值得开发的资源, 具有广阔的应用前景。为进一步研究开发和利用我国油茶药用植物资源, 本文对近年来有关油茶化学成分及抗肿瘤活性研究进展进行综述, 也为进一步研究油茶提供参考。

## 1 学成分分析

近年来, 国内外学者已从油茶中分离鉴定出多种化学成分, 主要有三萜及三萜皂苷类、黄酮类、脂肪酸类、甾体类、木脂素类以及其他类等(见表 1)。为阐明油茶生物活性的物质基础提供了基础。

### 1.1 三萜及三萜皂苷类

三萜及三萜皂苷类成分为油茶中最主要的化学成分, 该类化合物到目前为止是油茶中分离得到化

收稿日期: 2017-10-09 接受日期: 2017-11-28

基金项目: 海南大学青年基金(hdkyxj201716); 2017年海南省重大科技计划(ZDKJ2017004); 海南省重点研发专项(ZDYF2016157, 2015ZY24)。

\* 通信作者 E-mail: zjf\_dragon@163.com

合物个数最多的。陈跃龙等<sup>[13]</sup>首次从油茶叶中分离得到三萜类化合物羽扇豆烷醇(1)和齐墩果酸(2)。

佟小静等<sup>[14]</sup>在前人研究的基础上对油茶根的化学成分进行了研究,其中分离鉴定得到了16个三萜类化合物(3~18):21,22-二当归酰基-R1-玉蕊醇(3)、22-当归酰基-玉蕊醇 A1(4)、21,22-二当归酰基-玉蕊皂苷元 C(5)、21,22-二当归酰基山茶皂苷

元 E(5)、21-当归酰基-22-(2-甲基-丁酰基)山茶皂苷元 E(7)、21-当归酰基-22-(2-甲基-丁酰基)-R1-玉蕊醇(8)、油茶根素 I(9)、油茶根素 II(10)、21-当归酰基-22-(2-甲基-丁酰基)玉蕊皂苷元 C(11)、油茶根素 III(12)、油茶根素 IV(13)、油茶皂苷 I(14)、油茶皂苷 II(15)、油茶皂苷 III(16)、油茶皂苷 IV(17)、油茶皂苷 V(18),有10个为新化合物,其结构如图1所示。

表1 油茶中分离得到的主要化合物汇总表

Table 1 The constituents isolated from *Camellia oleifera* Abel.

化合物类型 Type of compounds	化合物编号 Number of compounds	分自植物部位 Plant parts	参考文献 Ref.
三萜 Triterpenes	1~13	根(Roots)	14
	39,40	根(Roots)	17
	49,50	茎(Stems)、茶饼( <i>Camellia oleifera</i> cakes)	1
三萜皂苷 Triterpene saponins	14~18	根(roots)	14
	19,20	茶籽饼(Tea seed cakes)	15
	21~23	茶籽饼(Tea seed cakes)	16
	24~38	根(Roots)	17
	41~48	根(Roots)	18
	51~58	茎(Stems)、茶饼( <i>Camellia oleifera</i> cakes)	1
	59~63	茶饼( <i>Camellia oleifera</i> cakes)	19
黄酮 Flavonoids	64	茶饼( <i>Camellia oleifera</i> cakes)	20
	65,66	茶饼( <i>Camellia oleifera</i> cakes)	21
	67~70	油茶饼( <i>Camellia oleifera</i> cakes)	22
	71~73	叶(Leaves)	13
	74~77	油茶粕( <i>Camellia oleifera</i> Abel meals)	23
	78	果壳(Shells)	24
	79	果壳(Shells)	25
	80	茎(Stems)、油茶饼( <i>Camellia oleifera</i> cakes)	1
脂肪酸 Fatty acids	81~94	茶油(Tea oils)	27~32
甾体 Steroids	95	叶(Leaves)	13
	96,97	果壳(Shells)	25
木脂素 Lignans	99~103	茎(Stems)、油茶饼( <i>Camellia oleifera</i> cakes)	1
其他 Others	104~120	根(Roots)、叶(Leaves)、果壳(Shells)、油茶饼( <i>Camellia oleifera</i> cakes)	1,13,14,19,22,23,25,33

从油茶籽饼中、Hao Zhou等<sup>[15]</sup>分离得到两种新的齐墩果烷型三萜皂苷 Oleiferasaponin B1(19)和 Oleiferasaponin B2(20)、Jian-Fa Zong等<sup>[16]</sup>分离得到

三种新的齐墩果烷型三萜皂苷 Oleiferasaponin C1(21)、Oleiferasaponin C2(22)和 Oleiferasaponin C3(23)、其结构如图2所示。

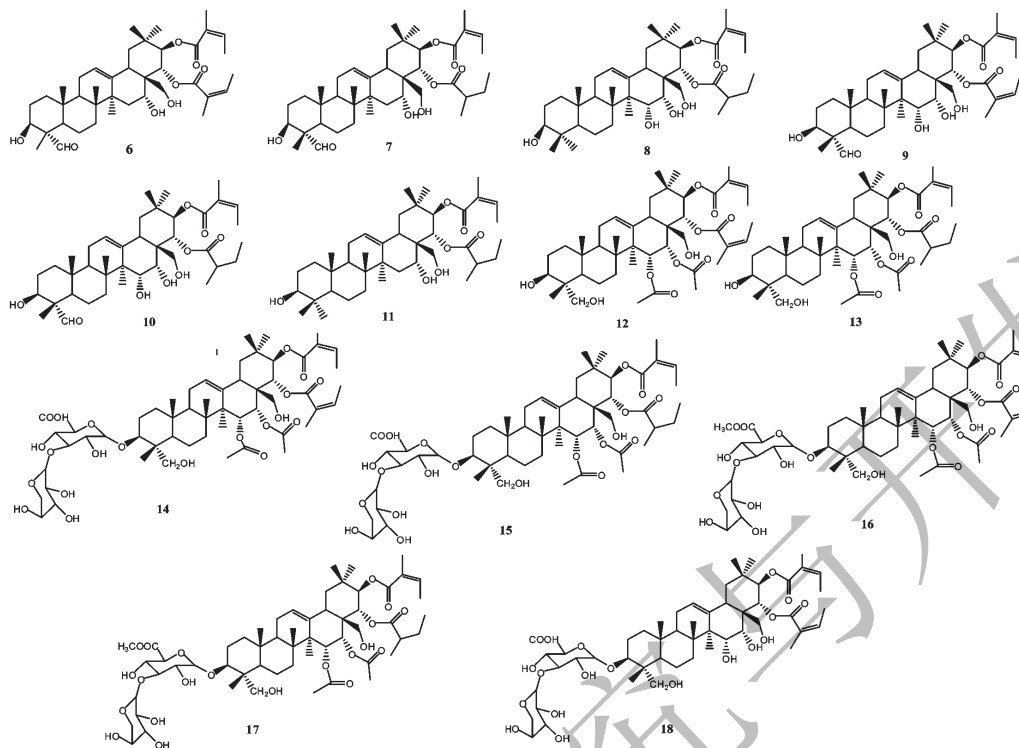


图1 化合物6~18的结构式

Fig. 1 The structural formula of compounds 6-18

李夏等<sup>[17]</sup>从油茶根及其根皮的70%乙醇提取物中,利用多种现代分离技术分离得到30个化合物,并进一步通过波谱分析和化学方法鉴定了其结

构,其中得到了15个新的三萜皂苷类化合物(24~38)(其结构如图3所示),2个首次从该属植物中分离得到的三萜化合物:白桦醇(39)、熊果酸(40)。

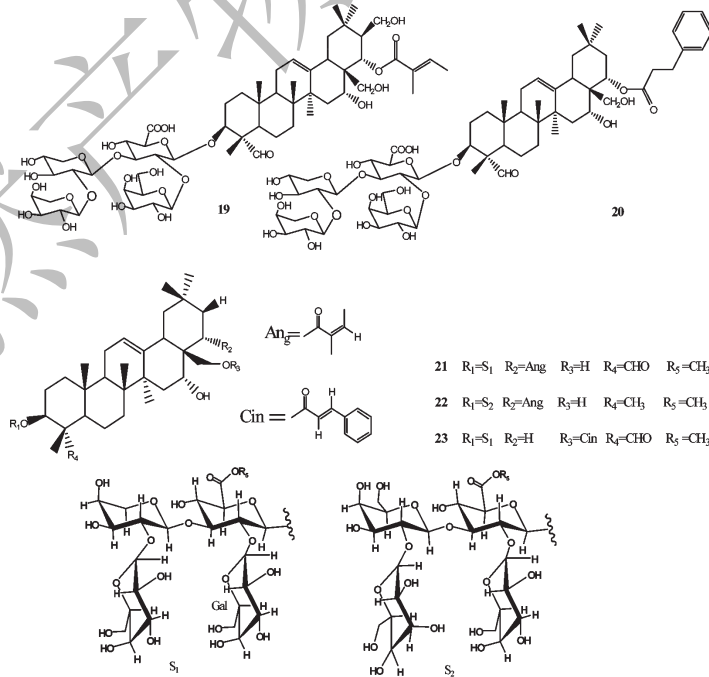


图2 化合物19~23的结构式

Fig. 2 The structural formula of compounds 19-23

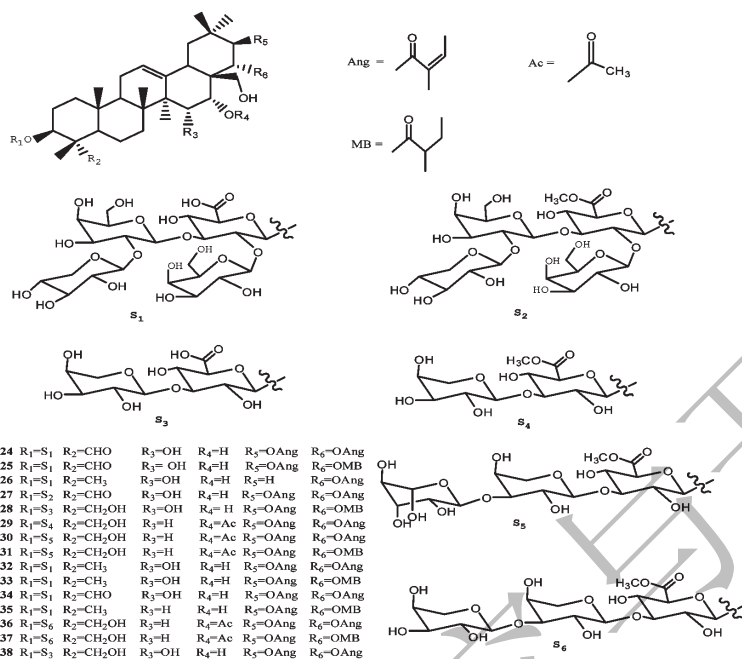


图3 化合物24~40的结构式

Fig. 3 The structural formula of compound 24-40

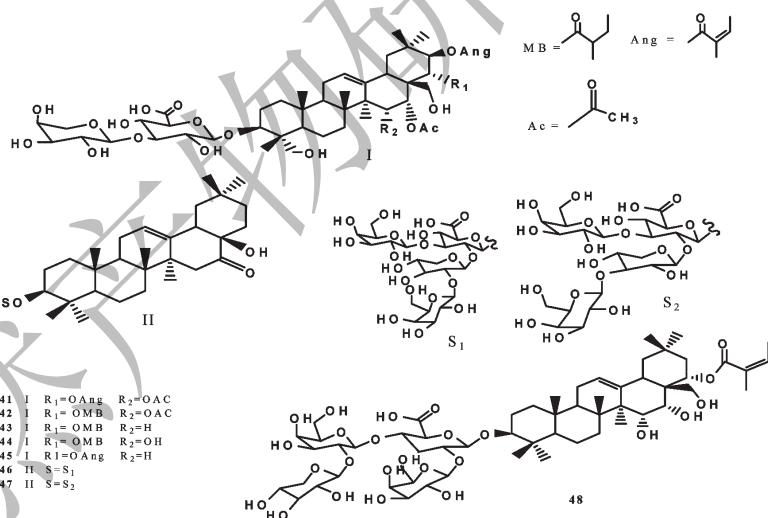


图4 化合物41~48的结构式

Fig. 4 The structural formula of compound 41-48

吴江平等<sup>[18]</sup>以油茶根及其根皮的30%乙醇提取部位为原料,利用现代植物化学分离技术分离得到化合物20个,其中得到8个新的三萜皂苷化合物(41~48),其结构见图4。

鄢庆伟等<sup>[1]</sup>对油茶茎和油茶饼的化学成分进行了研究,利用现代分离技术和波谱分析,从其95%乙醇提取物中分离鉴定得到了2个首次从油茶

中分离得到的三萜类化合物:白桦酸(49)、乌苏酸(50)、8个三萜皂苷类的新化合物(51~58),其结构如图5所示。

## 1.2 黄酮类

黄酮是油茶中含有的第二大类化合物。罗永明等<sup>[19]</sup>从油茶枯饼中分离鉴定得到山柰酚(59),山柰酚-3-O- $\alpha$ -L-鼠李糖(1 $\rightarrow$ 6)- $\beta$ -D-葡萄糖苷(60),山

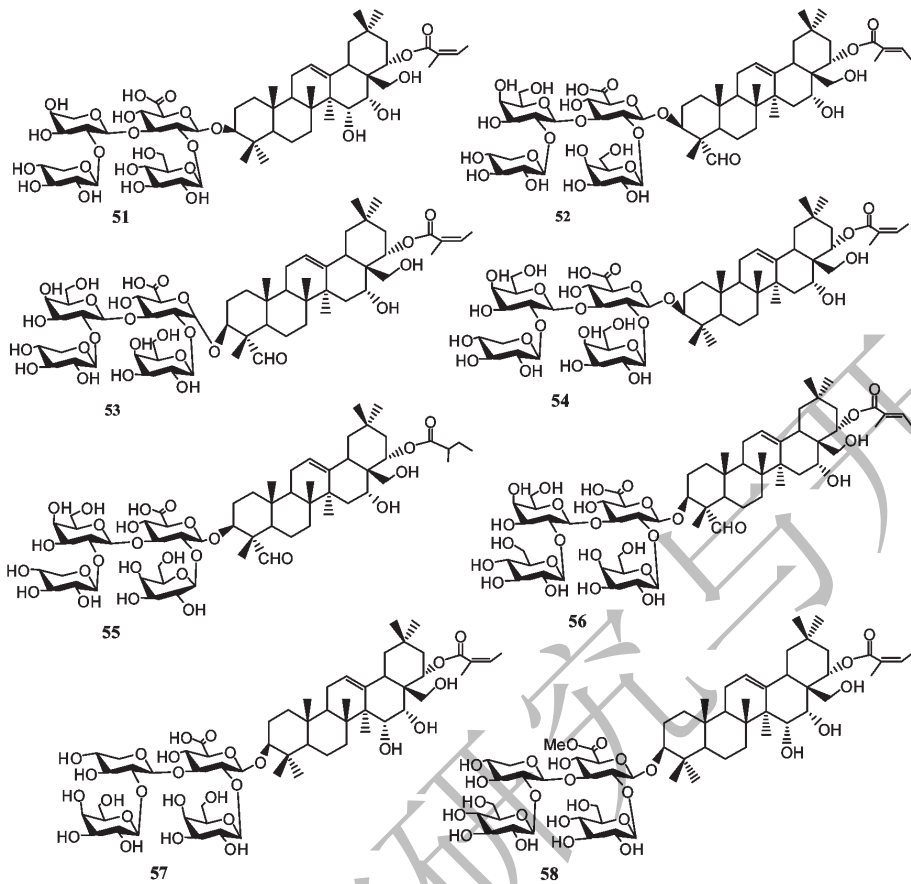


图5 化合物51~58的结构式

Fig. 5 The structural formula of compound 51-58

柰酚-3-*O*-[2-*O*- $\alpha$ -L-鼠李糖-6-*O*- $\beta$ -D-葡萄糖]- $\beta$ -D-葡萄糖苷(**61**), 山柰酚-3-*O*-[2-*O*- $\beta$ -D-木糖-6-*O*- $\alpha$ -L-鼠李糖]- $\beta$ -D-葡萄糖苷(**62**), 山柰酚-3-*O*-[2-*O*- $\alpha$ -L-鼠李糖-6-*O*- $\beta$ -D-木糖]- $\beta$ -D-葡萄糖苷(**63**)。

Jung-Hui Chen 等<sup>[20]</sup>从油茶饼中分离得到 Naringenin-7-*O*-[ $\beta$ -D-xylopyranosyl(1 $\rightarrow$ 6)]-[ $\beta$ -D-glucopyranosyl(1 $\rightarrow$ 3)]- $\alpha$ -L-rhamnopyranosyl(1 $\rightarrow$ 2)]- $\beta$ -D-glucopyranoside(**64**); Jung-Hui Chen 等<sup>[21]</sup>利用亲水异丙醇盐析法从油茶饼中分离鉴定得到 naringenin-7-*O*-[ $\beta$ -D-glucopyranosyl(1 $\rightarrow$ 3)]- $\alpha$ -L-rhamnopyranosyl(1 $\rightarrow$ 2)]- $\beta$ -D-glucopyranoside(**65**)、(+)-4'-methylcatechin-7-*O*- $\beta$ -D-glucopyranoside(**66**)。

Da-Fang Gao 等<sup>[22]</sup>从油茶籽饼中分离鉴定得到黄酮醇苷 kaempferol-3-*O*-[4'''-*O*-acetyl- $\alpha$ -L-rhamnopyranosyl-(1 $\rightarrow$ 6)]-[ $\beta$ -D-glucopyranosyl-(1 $\rightarrow$ 2)]- $\beta$ -D-glucopyranoside(**67**)、kaempferol-3-*O*-[4'''-*O*-acetyl- $\alpha$ -L-rhamnopyranosyl-(1 $\rightarrow$ 6)]-[ $\beta$ -D-xylopyranosyl-(1 $\rightarrow$ 2)]- $\beta$ -D-glucopyranoside(**68**)、kaempferol-3-*O*- $\beta$ -D-xylopyranosyl-(1 $\rightarrow$ 2)]- $\beta$ -D-glucopyranoside

(**69**)、kaempferol-3-*O*- $\beta$ -D-glucopyranosyl-(1 $\rightarrow$ 2)]- $\beta$ -D-glucopyranoside(**70**)。

陈跃龙等<sup>[13]</sup>从油茶叶中分离鉴定得到了山柰酚-3-*O*-[2''',6'''-*O*-反式-对-羟基桂皮酰基]- $\beta$ -D-葡萄糖苷(**71**)、槲皮素-3-*O*- $\beta$ -D-葡萄糖苷(**72**)、槲皮素-3-*O*- $\beta$ -D-半乳糖苷(**73**)。马丽媛等<sup>[23]</sup>从油茶粕正丁醇组分水解产物中分离并鉴定得到了山柰酚-3-*O*- $\beta$ -D-吡喃葡萄糖苷(**74**)、山柰酚-3-*O*- $\beta$ -D-吡喃葡萄糖基(6 $\rightarrow$ 1)]- $\beta$ -D-吡喃葡萄糖苷(**75**)、槲皮素-3-*O*- $\beta$ -D-吡喃葡萄糖苷(**76**)、槲皮素-3-*O*- $\alpha$ -L-吡喃鼠李糖苷(**77**)。

从油茶果壳中, Yong Ye 等<sup>[24]</sup>分离得到一种双黄酮(**78**), 王玲琼等<sup>[25]</sup>分离鉴定得到了4',5,7-三羟基二氢黄酮(**79**)。鄢庆伟等<sup>[1]</sup>对油茶茎和油茶饼的化学成分进行了研究, 从中分离鉴定得到了1个黄酮类化合物黄芩新素II(**80**)。

### 1.3 脂肪酸类

脂肪酸按照饱和的程度可分为饱和脂肪酸、单不饱和脂肪酸、多不饱和脂肪酸<sup>[26]</sup>。目前从油茶中

分离得到多种脂肪酸化合物:油酸<sup>[27-32]</sup> (81)、棕榈酸<sup>[27-32]</sup> (82)、亚油酸<sup>[27-32]</sup> (83)、硬脂酸<sup>[27-32]</sup> (84)、花生一烯酸<sup>[28,31]</sup> (85)、亚麻酸<sup>[29,31]</sup> (86)、花生酸<sup>[29,31]</sup> (87)、棕榈烯酸<sup>[29,31]</sup> (88)、二十四碳酸<sup>[30,31]</sup> (89)、豆蔻酸<sup>[31]</sup> (90)、十九烷酸<sup>[31]</sup> (91)、山嵛酸<sup>[31]</sup> (92)、芥酸<sup>[31]</sup> (93)、二十四烯酸<sup>[31]</sup> (94)。

#### 1.4 甾体类

陈跃龙等<sup>[13]</sup>从油茶叶中分离鉴定得到了胡萝卜苷(95);王玲琼等<sup>[25]</sup>从油茶果壳中分离鉴定得到了3 $\alpha$ -菠菜甾醇(96)、麦角甾4,6,8(14),22-四烯-3-酮(97)。

#### 1.5 木脂素类

戚庆伟等<sup>[1]</sup>对油茶茎和油茶饼的化学成分进行了研究,从中分离鉴定得到了6个木脂素类化合物,4-[3-羟甲基-5-(3-羟丙基)-2,3-二氢苯并呋喃基]-2-愈创木酚(98)、 $\alpha$ -铁杉脂素(99)、丁香脂素(100)、杜仲树脂酚(101)、松脂素(102)、3',4-O-dimethylcedrusin(103)。

#### 1.6 其他

从油茶籽饼中, Da-Fang Gao 等<sup>[22]</sup>分离得到 gallic acid(104);罗永明等<sup>[19]</sup>分离得到对苯二甲酸二甲酯(105)、对羟基苯甲酸(106)。从油茶叶中,陈跃龙等<sup>[13]</sup>分离得到1-(3',5'-二甲氧基)苯基-2-(4''-羟基)苯基乙烷(107);Yue-Long Chen 等<sup>[33]</sup>分离得到三个新的联苳糖苷1-(3',5'-dihydroxy)phenyl-2-(4''-O- $\beta$ -D-glucopyranosyl)phenylethane(108)、1-(3',5'-di-methoxy)phenyl-2-(4''-O- $\beta$ -D-glucopyranosyl)phenylethane(109)和1-(3',5'-dimethoxy)phenyl-2-[4''-O- $\beta$ -D-glucopyranosyl(6 $\rightarrow$ 1)-O- $\alpha$ -L-rhamnopyranosyl]phenylethane(110)。

佟小静等<sup>[14]</sup>从油茶根中分离得到邻苯二甲酸二丁酯(111)、间羟基苯甲酸(112)、 $\beta$ -谷甾醇(113)、正十五烷酸(114);王玲琼等<sup>[25]</sup>从油茶果壳中分离鉴定得到了(R)-de-O-metillasiodiplodin(115)、大黄素(116)、 $\omega$ -羟基大黄素(117)、Macrophorin A(118)、Negunfurol(119);戚庆伟等<sup>[1]</sup>对油茶茎和油茶饼的化学成分进行了研究,从中分离鉴定得到了1个苯丙素苷类化合物:毛蕊花糖苷(120)。

## 2 抗肿瘤活性

李红冰等<sup>[34]</sup>建立了测量油茶籽中抗肿瘤有效部位群化学成分含量的分析方法,该方法准确且简

便,为后续的茶油药用价值研究奠定基础。同课题组唐玲等<sup>[11]</sup>采用噻唑蓝(MTT)法测定了油茶籽提取物(95%乙醇提取物、水提取物、60%丙酮-水提取物)对体外培养的人肺癌细胞株(A549)、胃癌细胞株(SGC-7901)和黑色素细胞瘤(A375)增殖的抑制作用。结果表明,在7.8125~500  $\mu$ g/mL范围内,油茶籽各提取物对这3种肿瘤细胞增殖的抑制作用呈明显的剂量依赖关系,其中抑制作用最强的为油茶籽丙酮-水提取物。

李婷婷等<sup>[35]</sup>采用MTT试验法考察缓冲溶液法和水提法所得的油茶籽粗糖蛋白对人肝癌细胞(HepG2)、胃癌细胞(MGC-803)及乳腺癌细胞(MCF-7)增殖的抑制作用。结果表明水提法所得的油茶籽粗糖蛋白抗肿瘤效果较强,且在荧光显微镜下观察发现,油茶粗糖蛋白作用后的HepG2细胞完整性受到破坏,出现明显的细胞碎片,且细胞受损程度与样品浓度呈现正相关。

叶洲辰等<sup>[5]</sup>采用MTT法测定7种茶油及茶粕提取物的抗肿瘤活性,研究表明,在1~50  $\mu$ g/mL的剂量范围内,各提取物对人肺癌细胞株(Lewis)、黑色素瘤细胞株(B16)及乳腺癌细胞株(SCC891)的增殖均有不同程度的抑制作用,且呈明显的剂量依赖关系。同时发现茶油及茶粕提取物中总酚、总黄酮含量与抗肿瘤活性间相关性明显,推测油茶抗肿瘤活性能力的强弱可能主要取决于其所含有的次生代谢产物,但其作用机理仍需深入探讨。

涂永鉴等<sup>[9]</sup>采用CCK-8法研究了油茶籽壳提取物(乙酸乙酯、正丁醇、氯仿和水沉部分)对人宫颈癌细胞株(HeLa)和人肝癌细胞株(HepG2)增殖的抑制作用,结果表明随着提取物浓度的增加,抑制率逐渐增加,均具有良好的剂量-效应关系。其中乙酸乙酯提取物对HeLa和HepG2的IC<sub>50</sub>值均最低,分别为115.5  $\pm$  2.052  $\mu$ g/mL和71.58  $\pm$  1.855  $\mu$ g/mL。

Xian-Chun Jin 等<sup>[8]</sup>通过建立S<sub>180</sub>荷瘤小鼠模型来探究油茶籽壳中的多糖的体内抗肿瘤活性,研究发现当多糖剂量为10  $\times$  20 mg/kg  $\cdot$  d时,S<sub>180</sub>实体瘤的抑瘤率仅56.8%,当剂量增至20  $\times$  20 mg/kg  $\cdot$  d时,S<sub>180</sub>实体瘤的抑瘤率可达到73.2%,当剂量为40  $\times$  20 mg/kg  $\cdot$  d时,S<sub>180</sub>实体瘤的抑制率上升至85.6%,剂量依赖性明显。

康海权等<sup>[36]</sup>采用体外和体内不同抗肿瘤模型来评价油茶多糖的抗肿瘤作用,研究发现,该成分对宫颈癌细胞(HeLa)、肺癌细胞(H460)及肝癌细

胞(HepG2)的增殖均有较明显的抑制作用,而且浓度越高,抑制癌细胞增殖能力越强。当试样浓度在500 ug/mL时,对HepG2的生长抑制率达到74.54%。同时,油茶蒲多糖也能有效的抑制小鼠S<sub>180</sub>肉瘤的生长,当灌胃剂量为450 mg/kg时,对小鼠的肿瘤生长抑制率可达到38.38%。

陈亚琪等<sup>[37]</sup>在体外细胞实验中探讨了油茶蒲醇提物及其分级相(正丁醇相、乙酸乙酯相、水分级相)体外对人肺癌细胞(H460、A549)增殖的抑制作用,并建立S<sub>180</sub>荷瘤小鼠模型来分析油茶蒲醇提物的体内抗肿瘤活性。研究表明除水分级相外,其余样品均体现出对肺癌细胞增殖的抑制作用,且具有良好的剂量—效应关系,其中,正丁醇相的活性最强。同时,油茶蒲醇提物对S<sub>180</sub>荷瘤小鼠也显示出了一定的抑瘤作用,以中剂量(150 mg/kg·d)的抑瘤率最高,达到了44.65%。

马丽媛等<sup>[38]</sup>采用MTT法和乳酸脱氢酶(LDH)法测定油茶粕、蒲和叶提取物对多种肿瘤细胞增殖的抑制作用。结果显示:油茶粕总皂苷抑制肿瘤细胞增殖的作用最强,其次是油茶蒲乙酸乙酯提取物30%乙醇洗脱物,最后是油茶叶95%乙醇提取物乙酸乙酯萃取物,同时确定了油茶粕、蒲和叶的抗肿瘤有效部位,并发现油茶粕总皂苷很可能是通过破坏肿瘤细胞膜来对肿瘤细胞产生抑制作用的。

Hao Zhou等<sup>[15]</sup>从油茶粕中分离出两种新的齐墩果烷型三萜皂苷类化合物Oleiferasaponin B1和Oleiferasaponin B2,并采用SRB法分析这两种化合物体外对人体肿瘤细胞株(A549、SK-OV-3、SK-MEL-2和HCT15)的细胞毒性。Oleiferasaponin B1对人体肿瘤细胞株抑制能力的IC<sub>50</sub>值分别为18.5 μM,11.3 μM,13.9 μM,1.6 μM;Oleiferasaponin B2对人体肿瘤细胞株抑制能力的IC<sub>50</sub>值分别为8.4 μM,6.3 μM,9.2 μM,0.8 μM。由此可见,Oleiferasaponin B2具有更有效的细胞毒活性。

张铁等<sup>[39]</sup>采用MTT细胞增殖实验测得油茶根皂苷A对人肝癌细胞株(BEL-7402)和肺癌细胞株(A549)的增殖均有不同程度的抑制作用;且发现油茶皂苷A(1,2 mg/kg)能抑制小鼠H<sub>22</sub>荷瘤生长,并对小鼠的胸腺表现出毒性,当浓度为2 mg/kg时小鼠死亡。

杨萍等<sup>[40]</sup>采用MTT法检测油茶根皂苷B体外对人肝癌细胞株(SMMC-7721)和乳腺癌细胞株(MCF-7)增殖的影响<sup>[41]</sup>,并通过小鼠H<sub>22</sub>实体瘤模型探究该成分在体内的抗肿瘤作用。结果表明油茶

皂苷B对肿瘤细胞增殖的抑制作用呈明显的时间和剂量依赖关系;同时,该成分能显著性抑制H<sub>22</sub>移植瘤生长,且抑制率与剂量呈正相关,值得注意的是,高剂量的油茶皂苷B存在一定的毒性。

Jian-Fa Zong等<sup>[16]</sup>通过MTT法来测定从油茶粕中分离得到的四种三萜皂苷类化合物对人肝癌细胞株(BEL-7402)、胃癌细胞株(BGC-823)、乳腺癌细胞株(MCF-7)、白血病细胞株(HL-60)和口腔表皮癌细胞株(KB)增殖的影响。结果表明,Oleiferasaponin C1、Oleiferasaponin C2和Camelliasaponin B1均对这五种肿瘤细胞有明显的抑制作用,其IC<sub>50</sub>值范围分别为5.6~12.8 μM、4.6~13 μM及13.0~25.8 μM。

谭珍媛等<sup>[42]</sup>通过MTT法观察油茶粕皂苷(SQS)体外对人胃癌细胞株(MGC803)及人鼻咽癌细胞(CNE<sub>1</sub>和CNE<sub>2</sub>)的影响以及对荷瘤小鼠的抑瘤率。结果表明,在15.0~120.0 mg/mL剂量范围内,SQS对三种肿瘤细胞增殖的抑制能力呈浓度依赖性,同时测得60.0、90.0、120.0 mg/kg SQS对S<sub>180</sub>荷瘤小鼠的抑瘤率分别为2.53%、33.54%和41.77%,线性关系明显。

关于油茶抗肿瘤作用机制的研究还较少,不够深入全面。淦永鉴等<sup>[9]</sup>采用流式细胞周期分析法以及PT-PCR定量分析凋亡相关基因在细胞凋亡中的关系,初步阐述了油茶提取物对HepG2细胞凋亡诱导影响的机制。马丽媛等<sup>[38]</sup>确定了油茶粕总皂苷对人乳腺癌细胞(MCF-7)产生的明显抑制作用是通过破坏细胞膜而发挥作用的。张铁等<sup>[39]</sup>采用体外和体内多种实验方法对油茶皂苷的抗肝癌、肺癌作用及机制进行初步研究,结果证明油茶皂苷A的抗肿瘤作用,是通过上调LC3-II、Caspase-3、P53的表达而发挥作用,与p-53-mTOR介导的自噬通路和caspase-3、bcl-2凋亡通路有关。杨萍等<sup>[40]</sup>研究表明油茶皂苷B可诱导SMMC-7721细胞和MCF-7细胞凋亡与自噬,其机制通过调节p53蛋白表达和活性氧的释放。谭珍媛等<sup>[42]</sup>认为油茶皂苷具有抗肿瘤作用,能抑制S<sub>180</sub>荷瘤小鼠的肿瘤生长,增强荷瘤小鼠免疫功能,增加TNF-α和IL-2的释放可能是其抗肿瘤作用机制之一。

### 3 结语

综上,通过对国内外学者近年来关于油茶化学成分及其抗肿瘤活性方面的研究进行归纳总结发现,油茶化学成分复杂,抗肿瘤效果显著。目前为

止,各研究者已从油茶中分离出多种化学成分,主要有三萜及三萜皂苷类、黄酮类、脂肪酸类、甾体类、木脂素类以及其他类。虽然化学成分的研究一定取得不错的结果,但还有进一步详细分离的空间。

对于油茶抗肿瘤活性的研究越来越引起重视,现已发现油茶多种肿瘤细胞有明显的抑制作用,除此之外研究较多的是油茶的抗氧化作用<sup>[43-45]</sup>。另外,一些研究得出了油茶具有新的生物活性,例如癌症的化学预防、降血脂、抑制葡萄糖苷酶、抗生育、抑菌、抗炎、抗艾滋活性等<sup>[46-52]</sup>。这些新的生物活性作用,研究还不够深入,是对油茶进一步深入研究的新方向。同时也说明油茶的应用范围将更加广泛。

淦永鉴等<sup>[9]</sup>证明油茶的抗肿瘤活性主要物质是黄酮和多酚,康海权等<sup>[36]</sup>证明油茶中的多糖具有较好的抗肿瘤作用,吴江平等、马丽媛等<sup>[38]</sup>、张铁等<sup>[39]</sup>、杨萍等<sup>[40]</sup>证明了油茶皂苷具有明显的抗肿瘤作用,所有这些提示我们油茶的抗肿瘤活性成分是非常复杂的,获得油茶抗肿瘤的关键成分及对相关有效成分的结构修饰寻找可以应用于临床的成分,同时研究完整的作用机制是研究者将来的一个重点。

## 参考文献

- 1 Yan QW (鄢庆伟). Chemical constituents of the *Camellia oleifera* Abel. [D]. Nanchang: Nanchang University (南昌大学), 2016.
- 2 Li LM (李利敏), et al. Studies on the bioactive compounds and antioxidant activities of extract from the fruit shell of eight kinds of *Camellia* [J]. *J Chin Cere Oils Associat* (中国粮油学报), 2013, 28(1): 41-47.
- 3 Zhang LL, et al. Comparisons of antioxidant activity and total phenolics of *Camellia oleifera* Abel. fruit hull from different regions of China [D]. *Med Plants Res*, 2013, 4: 1407-1413.
- 4 Chen ZH (陈中海), et al. Fruit economic characters and seed oil components of seven kinds of oil-used *Camellia* [J]. *China Oils Fat* (中国油脂), 2012, 8: 34-38.
- 5 Ye ZC (叶洲辰), et al. Anticancer activities of the extract from oils and cakes of *Camellia* spp. [J]. *Chin J Tropical Crops* (热带作物学报), 2017, 38: 1216-1223.
- 6 Zhu B (朱彬), et al. Advance in research on bioactive compounds in *Camellia* spp. [J]. *Non Forest Res* (经济林研究), 2010, 28: 140-145.
- 7 Cao YQ (曹耀强), et al. Antioxidant activity of phenolic compounds from oil tea cakes [J]. *Food Sci Techn* (食品科技), 2012, 37: 201-204.
- 8 Jin XC, et al. Antioxidant and antitumor activities of the poly-

- saccharide from seed cake of *Camellia oleifera* Abel. [J]. *International J Biological Macromolecules*, 2012, 51: 364-368.
- 9 Gan YJ (淦永鉴), et al. In vitro antioxidant and antiproliferative activities of the different extracts from shell of *Camellia oleifera* Abel. [J]. *Sci Technol Food Industry* (食品工业科技), 2015, 36: 171-174.
- 10 Wang YQ (王永奇), et al. Research of *Camellia* Linn. on the used to drugs [J]. *J Dalian Univer* (大连大学学报), 2006, 4: 47-55 + 58.
- 11 Tang L (唐玲), et al. Inhibitory effects of viours extracts from *Camellia oleifera* Abel. in Tumor Cells [J]. *J Liaoning Univer Tcm* (辽宁中医药大学学报), 2008, 10: 141-144.
- 12 Lin J (林俊), et al. Advance in studies on anti-tumor activity of polysaccharides in latest five years [J]. *China J Chin Mater Med* (中国中药杂志), 2013, 38: 1116-1125.
- 13 Chen YL (陈跃龙), et al. Chemical constituents of leaves from *Camellia oleifera* Abel. [J]. *J Shenyang Pharm Univer* (沈阳药科大学学报), 2010, 27: 292-294.
- 14 Dong XJ (佟小静). Chemical constituents in roots of *Camellia oleifera* [D]. Suzhou: Soochow University (苏州大学), 2011.
- 15 Zhou H, et al. New triterpene saponins from the seed cake of and their cytotoxic activity [J]. *Phytochemistry Letters*, 2014, 8: 46-51.
- 16 Zong JF, et al. Novel triterpenoid saponins from residual seed cake of *Camellia oleifera* Abel. show anti-proliferative activity against tumor cells [J]. *Fitoterapia*, 2015, 104: 7-13.
- 17 Li X (李夏). Chemical constituents in roots of *Camellia oleifera* (II) [D]. Suzhou: Soochow University (苏州大学), 2014.
- 18 Wu JP (吴江平). Studies on the chemical constituents and antitumor activities of saponins from the roots of *Camellia oleifera* Abel. [D]. Suzhou: Soochow University (苏州大学), 2016.
- 19 Luo YM (罗永明), et al. Chemical constituents in *Camellia oleifera* [J]. *Chin Tradit Herb Drugs* (中草药), 2003, 2: 25-26.
- 20 Chen JH, et al. Extraction and purification of flavanone glycosides and kaempferol glycosides from defatted *Camellia oleifera* seeds by salting-out using hydrophilic isopropanol [J]. *Separation and Purification Techno*, 2009, 67(1): 31-37.
- 21 Chen JH, et al. Identification and evaluation of antioxidants defatted *Camellia oleifera* seeds by isopropanol salting-out pretreatment [J]. *Food Chem*, 2010, 121: 1246-1254.
- 22 Gao DF, et al. Kaempferol acetylated glycosides from the seed cake of *Camellia oleifera* [J]. *Food Chem*, 2010, 124: 432-436.
- 23 Ma LY (马丽媛), et al. The chemical constituents of N-bu-



- anol fraction from the seed cake of *Camellia oleifera* Abel. [J]. *Lishizhen Med Mater Med Res* (时珍国医国药), 2011, 22:2868-2870.
- 24 Ye Y, *et al.* Isolation and free radical scavenging activities of a novel biflavonoid from the shells of *Camellia oleifera* Abel. [J]. *Fitoterapia*, 2012, 83:1585-1589.
- 25 Wang LQ (王玲琼), *et al.* Chemical constituents from the fruit shell of *Camellia oleifera* [J]. *J Tropical Subtropical Botany* (热带亚热带植物学报), 2017, 25(1):81-86.
- 26 Shen DY (沈丹玉), *et al.* Comparative study on Lipophilic components in tea seed and *Camellia* [J]. *J Chin Cereals Oils Association* (中国粮油学报), 2016, 31(11):43-48.
- 27 Wu XJ (吴小娟), *et al.* Analyse of fatty acids composition in the seeds of *C. japonica* L. and *C. oleifera* Abel. [J]. *J Dalian Univer* (大连大学学报), 2006, 4:56-58.
- 28 Long ZH (龙正海), *et al.* Investigation on main characteristic composition of *Camellia oleifera* seed oil [J]. *J Chin Cereals Oils Association* (中国粮油学报), 2008, 2:121-123.
- 29 Tang FB (汤富彬), *et al.* Analysis of main chemical components in *Camellia* oil and olive oil [J]. *J Chin Cereals Oils Association* (中国粮油学报), 2013, 28:108-113.
- 30 Long LL (龙伶俐), *et al.* Investigation on main characteristic composition of *Camellia oleifera* seed oil [J]. *China Oils Fat* (中国油脂), 2012, 37(4):78-81.
- 31 Ma JL, *et al.* Fatty acid composition of *Camellia oleifera* oil [J]. *Journal Für Verbraucherschutz Und Lebensmittelsicherheit*, 2011, 6(1):9-12.
- 32 Mong HS, *et al.* Chemical composition of seed oils in native Taiwanese *Camellia* species [J]. *Food Chem*, 2014, 156:369-373.
- 33 Chen YL, *et al.* New bibenzyl glycosides from leaves of *Camellia oleifera* Abel. with cytotoxic activities [J]. *Fitoterapia*, 2010, 82:481-484.
- 34 Li HB (李红冰), *et al.* Analytical method for determining the chemical composition of utility position of anti-tumor in *Camellia oleifera* Abel. [J]. *Lishizhen Med Mater Med Res* (时珍国医国药), 2008, 7:1610-1612.
- 35 Li TT (李婷婷). Purification of glycoprotein from *Camellia oleifera* Abel. seeds and its physiological activities [D]. Jiangnan: Jiangnan University (江南大学), 2014.
- 36 Kang HQ (康海权). Studies on preparation, components analysis and antitumor activities of polysaccharides from the fruit shell of *Camellia* Abel. [D]. Zhejiang: Zhejiang University (浙江大学), 2010.
- 37 Chen YQ (陈亚琪). Antioxidant activity of extracts from the fruit shell of *Camellia oleifera* [D]. Zhejiang: Zhejiang University (浙江大学), 2010.
- 38 Ma LY (马丽媛), *et al.* Anticancer activity of the extracts after crushing cooking oil from the seeds, fruit shell and leaves of *Camellia oleifera* [J]. *WCJ · PS* (华西药学杂志), 2012, 27(1):8-12.
- 39 Zhang T (张铁). Studies on antitumor effects and mechanisms of sasanquasaponin A [D]. Guiyang: Guiyang Medical College (贵阳医学院), 2015.
- 40 Yang P (杨萍). The study on anti-tumor effects and mechanisms of sasanquasaponin B [D]. Suzhou: Soochow University (苏州大学), 2015.
- 41 Zhang XF, *et al.* A new saponin from tea seed Pomace (*Camellia oleifera* Abel) and its protective effect on PC12 cells [J]. *Molecules*, 2012, 17:11721-11728.
- 42 Tan ZY (谭珍媛), *et al.* Study on antitumor effect of saponin of *Camellia oleifera* [J]. *J Chin Med Mater* (中药材), 2015, 38(1):143-146.
- 43 Zhu XY, *et al.* Mechanochemical-assisted extraction and antioxidant activities of kaempferol glycosides from *Camellia oleifera* Abel. Meal [J]. *J Agric Food Chem*, 2011, 59:3986-3993.
- 44 Shiling F, *et al.* Ultrasonic-assisted extraction and antioxidant activities of polysaccharides from *Camellia oleifera* [J]. *Int J of Biolog Macromolecules*, 2014, 68:7-12.
- 45 Lee CP, *et al.* Antioxidant activity and bioactive compounds of tea seed (*Camellia oleifera* Abel.) oil [J]. *J Agric Food Chem*, 2006, 54:779-784.
- 46 Li H, *et al.* Chemical constituents and biological activities of saponin from the seed of *Camellia oleifera* [J]. *Sci Res Essays*, 2010, 5:4088-4092.
- 47 Allen YC, *et al.* A review of the dietary flavonoid, kaempferol on human health and cancer chemoprevention [J]. *Food Chem*, 2012, 138:2099-2107.
- 48 Li CD, *et al.* Flavonoid triglycosides from the seeds of *Camellia oleifera* Abel. [J]. *Chin Chem Letters*, 2008, 19:1315-1318.
- 49 Zhang S, *et al.* Inhibition of  $\alpha$ -glucosidase by polysaccharides from the fruit hull of *Camellia oleifera* Abel [J]. *Carbohydrate Polymers*, 2015, 115:38-43.
- 50 Liu XH, *et al.* Anti-inflammatory activity of total flavonoids from seeds of *Camellia oleifera* Abel. [J]. *Acta Biochim Biophys Sin*, 2014, 46:920-922.
- 51 Ye Y, *et al.* Anti-inflammatory and analgesic activities of a novel biflavonoid from shells of *Camellia oleifera* [J]. *Int J Mol Sci*, 2012, 13:12401-12411.
- 52 Ye Y, *et al.* Hypolipidemic effect of a novel biflavonoid from shells of *Camellia oleifera* [J]. *Ind Exper Biology*, 2013, 51:458-463.