

# 油茶籽油不皂化物的提取与抗氧化性研究

周振宇<sup>1</sup>, 杨成<sup>1</sup>, 蔡春辉<sup>2</sup>

(1. 江南大学 化学与材料工程学院, 江苏 无锡 214122; 2. 福建春辉生物工程有限公司, 福建 宁德 352100)

**摘要:**以油茶籽油为原料,通过皂化-己烷萃取法提取其不皂化物。通过气相色谱-质谱联用技术(GC-MS)对油茶籽油不皂化物的组成进行了分析,并通过1,1-二苯基-2-三硝基苯肼(DPPH)法、三价铁离子还原力(FRAP)法以及细胞抗氧化(CAA)法对其抗氧化性能进行了测定,并与 $\alpha$ -生育酚进行了比较。结果表明,通过皂化-己烷萃取法得到的油茶籽油不皂化物主要含有烃类、三萜醇以及植物甾醇;油茶籽油不皂化物的DPPH自由基清除率可达到95%, $EC_{50}$ 为1.9 g/L;油茶籽油不皂化物具有一定的 $Fe^{3+}$ 还原能力,在质量浓度为5 g/L时,FRAP值可达170;油茶籽油不皂化物能够进入细胞并对2,2'-偶氮(2-甲基丙基脒)二盐酸盐(ABAP)诱导的细胞内活性氧水平升高具有抑制作用,质量浓度为100 mg/L时CAA值可达36.6。

**关键词:**化妆品原料;油茶籽油;不皂化物;抗氧化

中图分类号:TQ658 文献标识码:A 文章编号:1001-1803(2018)06-0330-06

DOI:10.13218/j.cnki.csdc.2018.06.006

## Study on extraction of unsaponifiable matter in camellia oil and its antioxidant activity

ZHOU Zhen-yu<sup>1</sup>, YANG Cheng<sup>1</sup>, CAI Chun-hui<sup>2</sup>

(1. School of Chemical and Material Engineering, Jiangnan University, Wuxi, Jiangsu 214122, China;

2. Fujian Chunhui Bioengineering Co., Ltd., Ningde, Fujian 352100, China)

**Abstract:** Camellia oil was used as raw material to extract unsaponifiable matter (USM) by saponification-hexane extraction method. The compositions of USM in camellia oil were analyzed by gas chromatography-mass spectrometry (GC-MS), and DPPH radical-scavenging assay, ferric reducing-antioxidant power (FRAP) test and cellular antioxidant activity assay (CAA) were applied to determine their antioxidant activity in comparison with  $\alpha$ -tocopherol. Results indicate that the compositions of USM in camellia oil obtained by saponification-hexane extraction are mainly hydrocarbon, triterpene alcohol and phytosterol. The DPPH free radical scavenging rate of USM in camellia oil is 95%, and the  $EC_{50}$  is 1.9 g/L. USM in camellia oil has certain ability to reduce  $Fe^{3+}$ , and the FRAP value is 170 at the mass concentration of 5 g/L. USM in camellia can enter the HSF cells and inhibit the ABAP-induced intracellular reactive oxygen species formation. The CAA value is up to 36.6, when the mass concentration of USM is 100 mg/L.

**Key words:** cosmetic raw material; camellia oil; unsaponifiable matter; antioxidation

随着人们生活水平的不断提高,消费者不再满足于通过化妆修饰自身的容貌,更希望化妆品具有抗衰老、美白、祛斑等多种功效,可以从根本上改善肌肤及毛发等多方面的问题。抗衰老产品是功效型化妆品中极其重要的一个品类,根据皮肤衰老的机理,清除细胞内多余的自由基显得尤为重要,因此寻找合适的化妆

品用抗氧化活性物逐渐成为了研究热点<sup>[1]</sup>。天然植物提取物是化妆品中常用的抗氧化活性物之一,相比于合成的抗氧化物质,它具有来源广泛、性能优异、绿色健康等多种优势,在食品、药品和化妆品领域都有很高的应用价值<sup>[2,3]</sup>。

油茶籽油是从山茶科山茶属植物油茶(*Camellia*

收稿日期:2017-12-25;修回日期:2018-05-21

作者简介:周振宇(1993-),男,浙江杭州人,硕士研究生,从事油茶籽油不皂化物的研究,电话:18262281075, E-mail: zzy930205@163.com。

通信联系人:杨成(1970-),男,教授,从事日用化学品的研究, E-mail: cyang@jiangnan.edu.cn。

*oleifera* Abel.) 的种子中,通过榨取或浸提得到的可食用油脂。油茶籽油起源于中国,具有悠久的历史,在《本草纲目》、《农政全书》和《纲目拾遗》中均有对油茶籽油功效的记载。现代科学研究表明,油茶籽油中富含油酸和亚油酸<sup>[4]</sup>,其含量与公认的健康保健食品——橄榄油相类似,因此被称为“东方橄榄油”和“长寿油”<sup>[5]</sup>。

不皂化物(USM)指的是油脂中不与碱反应的物质。科学研究发现,许多油脂的不皂化物都具有良好的生物活性。Farhoosh 等<sup>[6]</sup>研究了大西洋黄连木果壳油中不皂化物的组成,并测定了其抗氧化性能。Gelmini 等<sup>[7]</sup>通过临床实验的方法研究了橄榄油中不皂化物的抗炎性能。Wagemaker 等<sup>[8]</sup>研究了咖啡籽油不皂化物的抗氧化、抗紫外线以及抑制微生物的性能。目前对于油茶籽油不皂化物的研究主要集中在其组成的分析以及其中活性物质的提取。方玉栋等<sup>[9]</sup>通过薄层色谱法分离了油茶籽油不皂化物中7种不同的五环三萜与四环三萜。肖义坡<sup>[10]</sup>测定了油茶籽油不皂化物中角鲨烯、维生素E、三萜醇以及植物甾醇等多种天然活性物质的含量。这些物质均具有清除自由基、抗癌、治疗心血管疾病等功效<sup>[11]</sup>,但是关于油茶籽油不皂化物的生理活性以及其在化妆品中的应用研究却鲜有报道。本文从油茶籽油中提取不皂化物,并通过气相色谱-质谱联用技术(GC-MS)对其成分进行分析,通过1,1-二苯基-2-三硝基苯肼(DPPH)法、三价铁离子还原力(FRAP)法和细胞抗氧化(CAA)法对油茶籽油不皂化物的抗氧化性能进行研究,以期得到新型的抗氧化活性物质,并为其在化妆品中的应用提供理论依据。

## 1 实验部分

### 1.1 主要试剂与仪器

油茶籽油,福建春辉生物工程有限公司;1,1-二苯基-2-三硝基苯肼(DPPH)、2',7'-二氯二氢荧光素二乙酯(DCFH-DA),Sigma公司;2,4,6-三吡啶基三嗪(TPTZ),Adamas-Beta公司; $\alpha$ -生育酚,Aladding公司;人皮肤成纤维细胞(HSF),上海圆创生物科技有限公司;DMEM高糖培养基、磷酸盐缓冲(PBS)溶液、胰蛋白酶、青霉素-链霉素双抗、HBSS缓冲液,Thermo-Fisher公司;胎牛血清,Gibco公司;2,2'-偶氮(2-甲基丙基脒)二盐酸盐(ABAP),百灵威公司;其余试剂均为分析纯,国药集团化学试剂有限公司。

R-201 旋转蒸发器,上海申顺生物科技有限公司;TU-1901 紫外-可见分光光度计,北京普析通用仪器有限公司;DF-101S 集热式恒温加热磁力搅拌器,南京嘉美伦科学仪器有限公司;ME204E 电子天平,瑞士Mettler Toledo仪器有限公司;GCMS-QP2010Ultra 气相色谱串联质谱联用仪,日本岛津公司;Forma3111 二氧化碳培养箱,美国Thermo-Fisher公司;SW-CJ-2FD 超净工作台,无锡凯派克斯科技有限公司;Synergy H4 多功能酶标仪,美国伯腾仪器有限公司。

### 1.2 实验方法

#### 1.2.1 油茶籽油不皂化物的提取

采用KOH皂化-己烷萃取法<sup>[12]</sup>提取油茶籽油不皂化物。准确称取油茶籽油50g于1L圆底烧瓶中,加入250mL 1mol/L KOH-乙醇溶液,在80℃下回流1h,反应结束后,加入250mL去离子水稀释皂化液,冷却后用500mL正己烷连续多次萃取,合并提取液;用10%乙醇(V/V)洗涤萃取液,直至中性;用无水硫酸钠脱去残留水分后,用旋转蒸发器回收正己烷,得到油茶籽油不皂化物。

#### 1.2.2 油茶籽油不皂化物的GC-MS测定

准确称取油茶籽油不皂化物0.1g,用正己烷溶解定容至10mL,待GC-MS分析。

GC条件:DB-5MS色谱柱(30m,0.25 $\mu$ m);升温程序:初温50℃,保持2min,升至280℃,保持10min;柱箱温度200℃;进样口温度280℃;进样方式为不分流;进样时间1min;载气为氦气;压力111.4kPa;总流量5.0mL/min;柱流量1.00mL/min;线速度38.7cm/sec;吹扫流量4.0mL/min。

MS条件:离子源温度210℃;接口温度280℃;溶剂延迟时间2min;检测器电压0.1kV。

#### 1.2.3 DPPH法测定油茶籽油不皂化物的抗氧化性

按照Farhoosh等<sup>[6]</sup>的方法,略有改进。将油茶籽油不皂化物用正己烷溶解,配制成不同质量浓度的溶液。取不同质量浓度的待测液2mL于试管中,加入2mL 0.04g/L的DPPH-乙醇溶液,摇匀,避光反应1h,在517nm处测定吸光度。以2mL正己烷代替待测液作为对照组,以2mL乙醇代替DPPH溶液作为空白组,同时以相同质量浓度的 $\alpha$ -生育酚作为阳性对照。按如下公式计算DPPH自由基清除率:

$$\text{DPPH 自由基清除率} = \left(1 - \frac{A_1 - A_0}{A_0}\right) \times 100\%$$

式中, $A_1$ 为测试组吸光度, $A_0$ 为对照组吸光度, $A_2$ 为空白组吸光度。

### 1.2.4 FRAP 法测定油茶籽油不皂化物的总还原力

参照 Benzie 与 Strain<sup>[13]</sup>的方法,略有改进。将油茶籽油不皂化物用正己烷溶解,配制成不同质量浓度的溶液。将醋酸盐缓冲溶液(3.1 g CH<sub>3</sub>COONa · 3H<sub>2</sub>O与16 mL冰醋酸混合,定容至1 L)、TPTZ溶液(23.4 mg TPTZ与7.5 mL 40 mmol/L盐酸混合)与Fe<sup>3+</sup>溶液(20 mmol/L)按体积比10:1:1的比例混合,配制成FRAP工作液。取各个质量浓度的不皂化物溶液200 μL与6 mL FRAP工作液混合,再加入600 μL去离子水,同时以正己烷代替不皂化物溶液设置空白组,以相同质量浓度的α-生育酚作为阳性对照。将上述溶液混合均匀后在37℃下反应10 min,于593 nm处测定吸光度;配制0.1~1.6 mmol/L FeSO<sub>4</sub>溶液,吸取0.5 mL不同浓度的FeSO<sub>4</sub>溶液加入5 mL醋酸盐缓冲溶液和0.5 mL TPTZ溶液,混合均匀后在37℃下反应10 min,测定593 nm处的吸光度,以FeSO<sub>4</sub>的物质的量为横坐标,其对应的吸光度为纵坐标绘制标准曲线,并拟合回归方程。将实验所测得的吸光度减去空白组的吸光度,所得的值带入回归方程计算可得到达到相同吸光度时FeSO<sub>4</sub>的物质的量,即FRAP值。

### 1.2.5 细胞培养

将HSF细胞接种于10 cm培养皿中,培养液为DMEM高糖培养基(含10%胎牛血清及1%青霉素-链霉素双抗),培养条件为37℃恒温,CO<sub>2</sub>浓度5%,相对湿度95%。使用15~30代的细胞进行实验。

### 1.2.6 细胞毒性

参照刘艳秋等<sup>[14]</sup>的方法,略有改进。采用Cell Counting Kit-8(CCK8)法对油茶籽油不皂化物的细胞毒性进行测定。将HSF细胞以密度为5 000~10 000个细胞/孔接种于96孔板上,每孔100 μL(空白组不含细胞)。培养24 h待细胞贴壁后,移去上清液,样品组加入含有不同质量浓度油茶籽油不皂化物的DMEM高糖培养基,阳性对照组加入100 mg/L α-生育酚,对照组和空白组加入不含FBS的培养液,继续培养24 h,移去上清液,加入含有10%(V/V)WST-8的DMEM高糖培养基继续培养1 h,在酶标仪450 nm处测定OD值,按如下公式计算细胞存活率:

$$\text{细胞存活率} = \frac{\text{样品组 OD 值} - \text{空白组 OD 值}}{\text{对照组 OD 值} - \text{空白组 OD 值}} \times 100\%$$

### 1.2.7 CAA 法测定油茶籽油不皂化物的抗氧化性

根据Wolfe和Liu<sup>[15]</sup>的方法,略有改进。将HSF细胞以密度为5 000~10 000个细胞/孔接种于96孔板(黑边黑板)上,每孔100 μL。培养24 h待细胞贴壁后,移去上清液,加入含有不同质量浓度的油茶籽油不

皂化物以及DCFH-DA的培养液,培养1 h后,用PBS冲洗2遍,每孔加入100 μL含有ABAP(600 μmol/L)的HBSS缓冲液,立刻将96孔板放入酶标仪中。发射波长535 nm,激发波长485 nm,每5 min读数一次,持续1 h。每板包括对照组、空白组和阳性对照,对照组为DCFH-DA和ABAP,空白组为DCFH-DA,阳性对照为100 mg/L α-生育酚。所测得的数据扣除空白后,按如下公式计算CAA:

$$\text{CAA} = 100 - \frac{\int \text{SA}}{\int \text{CA}} \times 100$$

式中,∫SA是样品组荧光曲线的积分面积,∫CA是对照组荧光曲线的积分面积。

### 1.2.8 统计学分析

所有实验均重复3次以上,数据用“平均值±标准差”表示。采用SPSS软件对数据进行单因素方差分析和显著性检验,并采用Duncan's法进行单因素多重比较分析,下文图中标记不同字母的两项间具有显著性差异( $P < 0.05$ )。

## 2 结果与讨论

### 2.1 油茶籽油不皂化物的GC-MS测定结果

采用GC-MS测定油茶籽油不皂化物的组成,通过峰面积归一法计算各成分的相对含量。图1为油茶籽油不皂化物GC-MS检测的总离子流色谱图,根据质谱扫描结果,通过数据库匹配得到油茶籽油不皂化物中的化合物种类以及相对含量见表1。结果表明,油茶籽油不皂化物中的主要成分是烃类、三萜醇和植物甾醇。烃类中含量最高的是角鲨烯,达到了9.62%,比橄榄油中角鲨烯的含量要低<sup>[16]</sup>。角鲨烯是一种开环的三萜类化合物,具有多种生理活性,常作为营养品和药物中间体使用。三萜醇在油茶籽油不皂化物中所占的比例最高,达到了50.11%,与方玉栋等<sup>[9]</sup>的报道基本类似,但种类并不相同,其中的羽扇豆醇被证明具有一定的抗癌作用,而另外2种成分研究的较少。植物甾醇是植物细胞膜的重要组成部分之一,具有抗氧化和预防心血管疾病的功效,在油茶籽油不皂化物中占37.55%,主要包括羊毛甾醇、豆甾醇和菠菜甾醇,但并未检测到β-谷甾醇<sup>[17]</sup>。油茶籽油不皂化物中还含有0.87%的环十五烷酮,这是一种天然的具有麝香气味的物质,可用在香精、香料以及化妆品中。此外,在油茶籽油不皂化物中并没有检测到维生素E,这与之前的报道<sup>[18]</sup>有所不同,可能与油茶种子的产地以及油脂的加工工艺有关。



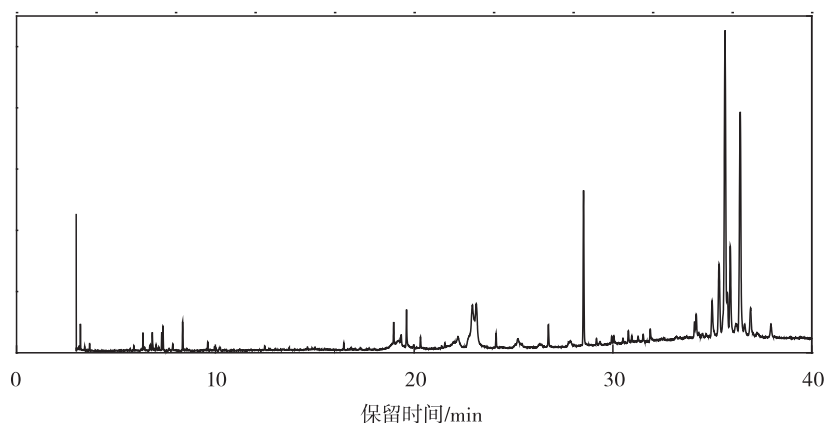


图1 油茶籽油不皂化物总离子流(TIC)色谱图

Fig. 1 The total ion chromatogram (TIC) of USM in camellia oil

表1 油茶籽油不皂化物成分

Tab. 1 Compositions of USM in camellia oil

序号	保留时间/min	化合物名称	分子式	w/%
1	18.930	环十五烷酮	C <sub>15</sub> H <sub>28</sub> O	0.87 ± 0.28
2	24.083	三十六烷	C <sub>36</sub> H <sub>74</sub>	0.66 ± 0.11
3	26.707	四十烷	C <sub>40</sub> H <sub>82</sub>	1.18 ± 0.13
4	28.457	角鲨烯	C <sub>30</sub> H <sub>50</sub>	9.62 ± 2.27
5	34.157	无羁萜-3β-醇	C <sub>30</sub> H <sub>52</sub> O	1.50 ± 0.09
6	34.917	菠菜甾醇	C <sub>29</sub> H <sub>48</sub> O	3.05 ± 0.94
7	35.250	羽扇豆醇	C <sub>30</sub> H <sub>50</sub> O	9.77 ± 3.01
8	35.497	α-香树精	C <sub>30</sub> H <sub>50</sub> O	35.66 ± 0.77
9	35.720	计曼尼醇	C <sub>30</sub> H <sub>50</sub> O	3.18 ± 0.53
10	35.827	豆甾醇	C <sub>29</sub> H <sub>48</sub> O	7.67 ± 1.46
11	36.293	羊毛甾醇	C <sub>30</sub> H <sub>50</sub> O	26.84 ± 1.11

## 2.2 油茶籽油不皂化物对 DPPH 自由基的清除能力

DPPH 自由基是一种可以稳定存在于有机溶剂中的自由基,溶液一般为深紫色,在 517 nm 处有最大吸收,而当抗氧化物质存在时,DPPH 自由基的单电子被捕提导致颜色变浅,吸光度下降,从而可以测定抗氧化物质的抗氧化性。

不同质量浓度的油茶籽油不皂化物与 α-生育酚的 DPPH 自由基清除能力如图 2 所示。从图 2 中可以看出,随着油茶籽油不皂化物质量浓度的提高,其 DPPH 自由基清除率不断增加,呈现质量浓度依赖性;不皂化物质量浓度较低时,其 DPPH 自由基清除率与 α-生育酚差距较大;不皂化物质量浓度升高至 6 g/L 时,油茶籽油不皂化物的 DPPH 自由基清除率达到 95%,与 α-生育酚接近。此外,在低质量浓度时自由基清除率与不皂化物质量浓度呈良好的线性关系,拟合得到直线方程为  $Y = 25.078X + 2.2926$ ,  $R^2 = 0.9891$ ,

计算得到  $EC_{50} = 1.9$  g/L。说明油茶籽油不皂化物具有清除 DPPH 自由基的能力,且质量浓度较高时清除能力与 α-生育酚相当。

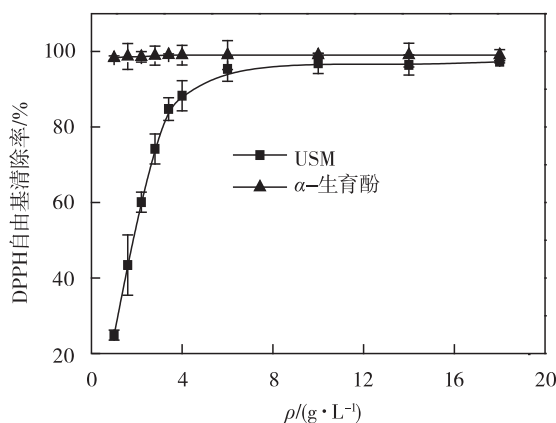


图2 油茶籽油不皂化物对 DPPH 自由基的清除能力

Fig. 2 The DPPH · scavenging activity of USM in camellia oil

## 2.3 油茶籽油不皂化物对 Fe<sup>3+</sup> 的还原能力

FRAP 法是利用 Fe<sup>3+</sup> 被抗氧化物质还原成 Fe<sup>2+</sup>, 然后与 TPTZ 显色,在 593 nm 处有最大吸收;在 Fe<sup>3+</sup> 过量的情况下,通过检测 Fe<sup>2+</sup> - TPTZ 的生成量就可以反映抗氧化物质的还原能力,即总还原力。

以 FeSO<sub>4</sub> 为标准物,绘制标准曲线,拟合得到直线方程为  $Y = 0.0006X + 0.0143$ ,  $R^2 = 0.9996$ ,将所测得吸光度代入该方程通过转化可求得 FRAP 值。不同质量浓度油茶籽油不皂化物的 FRAP 值如图 3 所示。随着不皂化物质量浓度的增加,FRAP 值显著升高 ( $P < 0.05$ ),呈现一定的质量浓度依赖性。此外,当质量浓度为 10 g/L 时,油茶籽油不皂化物的 FRAP 值可达 179.5,显著高于 α-生育酚 ( $P < 0.05$ )。这说明了油茶籽油不皂化物具有一定的还原能力,且同等质量浓度下的活性要优于 α-生育酚。

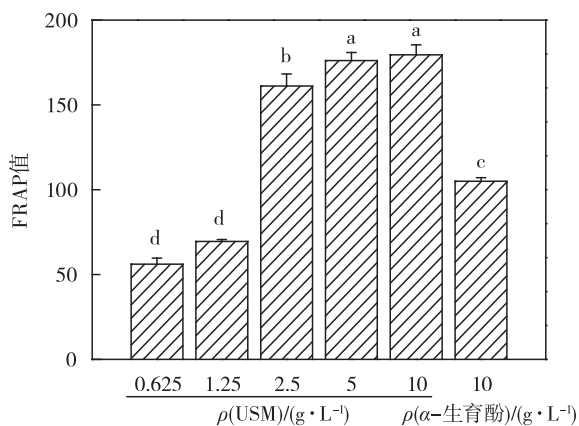


图3 油茶籽油不皂化物的FRAP值

Fig. 3 The FRAP value of USM in camellia oil

## 2.4 油茶籽油不皂化物的细胞抗氧化性能测定结果

### 2.4.1 油茶籽油不皂化物的细胞毒性

CAA实验前必须确定样品的安全添加质量浓度,保证实验结果不受细胞存活率的影响。图4为不同质量浓度的油茶籽油不皂化物对HSF细胞的毒性。由图4可以看出,当不皂化物质量浓度低于50 mg/L时,HSF细胞的存活率得到了显著提升( $P < 0.05$ ),体现出一定的增殖作用。而当不皂化物质量浓度达到200 mg/L时,细胞存活率显著下降( $P < 0.05$ ),存活率仅为85%。因此在CAA实验时油茶籽油不皂化物的质量浓度应低于200 mg/L。

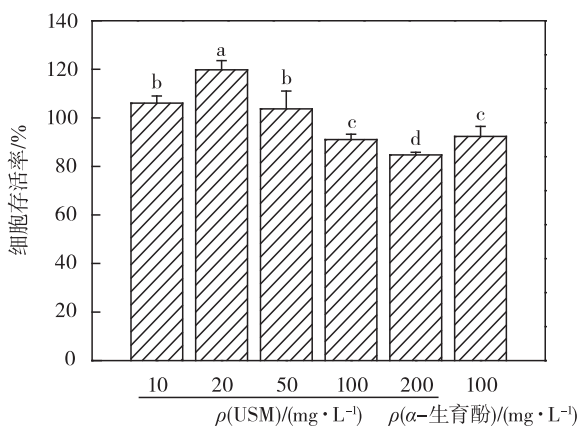


图4 油茶籽油不皂化物的细胞毒性

Fig. 4 The viability of HSF cells in treatment with USM in camellia oil

### 2.4.2 油茶籽油不皂化物的细胞内抗氧化性

体外化学法测定物质的抗氧化性具有一定的局限性,没有考虑到生物新陈代谢的影响,而动物以及人体实验虽然具有更高的准确性,但是较长的实验周期以及较高的成本增加了其实验难度。细胞实验具有方法简单,节约成本,综合考虑物质吸收、分布、代谢等问题

的特点,是考察物质抗氧化性能的一种有效方法。

DCFH-DA能进入细胞内部,在酯酶的催化下水解为DCFH,而DCFH不会通过细胞膜流到细胞外。DCFH会与活性氧发生反应生成具有荧光活性的DCF,因此通过检测荧光强度的变化可以监测细胞内活性氧的水平。图5为油茶籽油不皂化物对ABAP诱导的HSF细胞内活性氧水平的抑制作用。由图5可知,在加入ABAP后细胞内的活性氧水平在60 min内呈持续上升趋势,而加入油茶籽油不皂化物则可以抑制活性氧水平的上升,且抑制作用随着质量浓度的增加而增强。

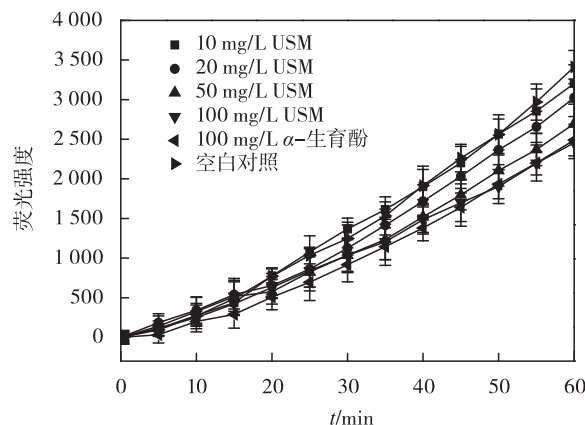


图5 油茶籽油不皂化物对ABAP诱导的HSF细胞内活性氧水平升高的抑制作用

Fig. 5 The effect of USM in camellia oil on ABAP-induced intracellular reactive oxygen species formation

图6为油茶籽油不皂化物的CAA值,CAA值越大说明该物质的细胞内抗氧化性越好,随着不皂化物质量浓度的升高,其CAA值显著升高( $P < 0.05$ ),呈现质量浓度依赖性。其中,当质量浓度为100 mg/L时,油茶籽油不皂化物的CAA值可达36.6,显著高于α-生育酚( $P < 0.05$ )。这说明油茶籽油不皂化物可以进入HSF细胞并发挥抗氧化作用,且同等质量浓度下其细胞抗氧化性要优于α-生育酚。

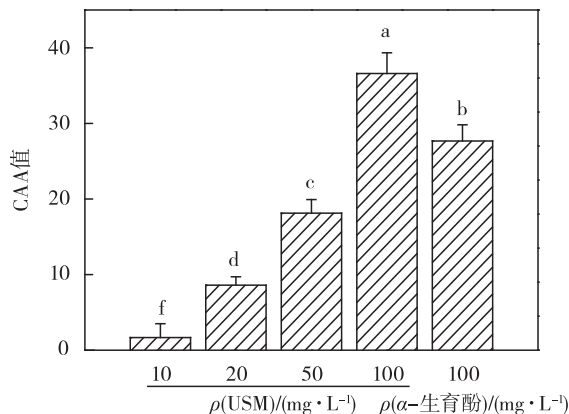


图6 油茶籽油不皂化物的CAA值

Fig. 6 The CAA value of USM in camellia oil

### 3 结论

本研究通过 GC-MS 分析了油茶籽油不皂化物的组成,并以  $\alpha$ -生育酚为阳性对照,通过体外化学法以及细胞抗氧化法测定了油茶籽油不皂化物的抗氧化性能。结果表明,油茶籽油不皂化物中主要含有烃类、三萜醇和植物甾醇,其中包含了如角鲨烯、羽扇豆醇、豆甾醇等多种天然活性成分。油茶籽油不皂化物具有 DPPH 自由基清除能力和还原能力,且呈质量浓度依赖性。油茶籽油不皂化物具有细胞抗氧化能力,对 ABAP 诱导的细胞内活性氧水平的上升具有明显的抑制作用,且同等质量浓度下的细胞抗氧化活性优于  $\alpha$ -生育酚。结果表明油茶籽油不皂化物是一种具有优良抗氧化活性的天然抗氧化剂,但其作为化妆品天然活性成分在化妆品中的应用仍需进一步的研究。

#### 参考文献:

- [ 1 ] Kammeyer A, Luiten R M. Oxidation events and skin aging [J]. Ageing Research Reviews, 2015, 21: 16-29.
- [ 2 ] Yang J M. Application and prospect of plant extracts in cosmetics [J]. China Surfactant Detergent & Cosmetics, 2013, 43(4): 313-316.
- [ 3 ] Tan P X, Ye T, Liu X X, et al. Research advances in antioxidant composition of botanical extracts and their action mechanisms [J]. Food Science, 2010, 31(15): 288-292.
- [ 4 ] Yang C, Liu X, Chen Z, et al. Comparison of oil content and fatty acid profile of ten new *Camellia oleifera* cultivars [J]. Journal of Lipids, 2016, 1(1): 1-6.
- [ 5 ] Bo Y A, Song D H, Zhang F Q, et al. Comparison of the nutritional value of camellia oil and olive oil [J]. China Oils and Fats, 2008, 33(3): 39-41.
- [ 6 ] Farhoosh R, Tavassoli-Kafrani M H, Sharif A. Antioxidant activity of the fractions separated from the unsaponifiable matter of bene hull oil [J]. Food Chemistry, 2011, 126(2): 583-589.
- [ 7 ] Gelmini F, Ruscica M, Macchi C, et al. Unsaponifiable fraction of unripe fruits of *Olea europaea*: an interesting source of anti-inflammatory constituents [J]. Planta Medica, 2016, 82(3): 273-278.
- [ 8 ] Wagemaker T A L, Campos P M B G M, Fernandes A S, et al. Unsaponifiable matter from oil of green coffee beans; cosmetic properties and safety evaluation [J]. Drug Development and Industrial Pharmacy, 2016, 42(10): 1695-1699.
- [ 9 ] Fang Y D, Liu L Q. The pentacyclic triterpene alcohols and tetracyclic triterpene alcohols in unsaponifiable matters from camellia seed oil [J]. Journal of the Chinese Cereals and Oils Association, 1999, 14(3): 18-22.
- [ 10 ] Xiao Y P. Tea seed oil and oil tea camellia seed oil unsaponifiables research [D]. School of Food Science & Technology Nanchang University, 2015.
- [ 11 ] Nestle M. Diet, life-style, and mortality in China; a study of the characteristics of 65 Chinese counties [J]. BioScience, 1991, 41(10): 725-727.
- [ 12 ] Chen L, Cao D, Ding M, et al. Extraction of squalene from soybean oil deodorizer distillate [J]. China Oils and Fats, 2014, 39(9): 67-70.
- [ 13 ] Benzie I F F, Strain J J. The ferric reducing ability of plasma (FRAP) as a measure of "antioxidant power"; the FRAP assay [J]. Analytical Biochemistry, 1996, 239(1): 70-76.
- [ 14 ] Liu Y Q, Zhang K H, Wang Y L, et al. Comparison of experimental conditions of CCK-8 and MTS for human amniotic epithelial cells proliferation assay [J]. Chinese Journal of Rehabilitation Theory and Practice, 2012, 18(9): 827-830.
- [ 15 ] Wolfe K L, Liu R H. Cellular antioxidant activity (CAA) assay for assessing antioxidants, foods, and dietary supplements [J]. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 2007, 55(22): 8896-8907.
- [ 16 ] Mao D B, Jia C X, Sun X L, et al. Analysis of squalene and Vitamin E in functional vegetable oils [J]. Journal of the Chinese Cereals and Oils Association, 2007, 22(2): 79-82.
- [ 17 ] Tang F B, Shen D Y, Liu Y H, et al. Analysis of main chemical components in camellia oil and olive oil [J]. Journal of the Chinese Cereals and Oils Association, 2013, 28(7): 108-113.
- [ 18 ] Xing C H, Li J W, Wang X G, et al. Determination of fatty acid composition and Vitamin E content of *Camellia oleifera* oil by chromatographic technique [J]. Journal of Food Science and Biotechnology, 2011, 30(6): 838-842.

(编辑:周 婷)

## 《日用化学工业》对摘要的写作要求

研究论文应以反映作者的科研工作成果为主,围绕“目的、方法、结果、结论”,重点是“结果”和“结论”,用数据客观如实、准确简练地加以陈述。语句上可采用:“通过(利用、采用等)……,研究了……,得到了……,结果表明……”。不引用图、表、公式等,不分段,不用修饰语。一般为 200~300 个(不少于 200 个)汉字为宜。

专论与综述论文应以当代某领域科技成果为对象通过对大量国内外文献的鉴别、整理和重新组合,并提出合乎逻辑的具有启迪性的看法和建议。语句可采用:“综述(阐述、介绍、评述、对比等)了……(尽可能具体点)。提出(或指出、预测、展望等)了……的发展方向(前景)”。一般以 150~200 个(不少于 150 个)汉字为宜。

不论何种论文摘要都得用第三人称,不使用“本人”、“本文”等陈述语句。在译成英文时,也要用第三人称;介绍作者的研究工作时,谓语用一般过去时态;描述其结果、结论(看法、建议)时用一般现在时态,字数不宜超过 250 个实词。