

# 硅酸镁在油茶籽油筒炼工艺中应用效果研究

余洪明<sup>1</sup>, 方建军<sup>2</sup>, 张旭<sup>2</sup>, 周黎忠<sup>2</sup>, 祝华明<sup>3\*</sup>

(1. 浙江老树根油茶开发股份有限公司, 衢州 324000; 2. 衢州市食品药品检验研究院, 衢州 324000;  
3. 衢州市质量技术监督检测中心, 衢州 324000)

**摘要:** **目的** 研究硅酸镁在油茶籽油筒炼工艺中的应用。**方法** 采集需精炼的原油为研究对象, 添加其质量的1.5%和3.0%硅酸镁搅拌混合, 再加入0.2‰的水, 抽真空条件下升温到110~120℃, 10 min后冷却, 过滤并测试试样色泽、酸价、过氧化值和苯并(a)芘等品质指标。**结果** 经过硅酸镁处理的试样, 其理化和食品安全指标均符合油茶籽油国家标准要求。**结论** 利用硅酸镁强吸附特性在适宜条件下可简化油茶籽油精炼工艺, 达到降本减耗、安全达标的炼油效果。

**关键词:** 硅酸镁; 油茶籽油; 炼油

## Study on the application effect of magnesium silicate in the refining process of *Camellia* oil

YU Hong-Ming<sup>1</sup>, FANG Jian-Jun<sup>2</sup>, ZHANG Xu<sup>2</sup>, ZHOU Li-Zhong<sup>2</sup>, ZHU Hua-Ming<sup>3\*</sup>

(1. Zhejiang Old Roots Camellia Oleifera Development Co., Ltd, Quzhou 324000, China; 2. Quzhou City Food and Drug Inspection Institute, Quzhou 324000, China; 3. Quzhou Center of Quality Supervision and Technology Testing, Quzhou 324000, China)

**ABSTRACT: Objective** To study the application of magnesium silicate in *Camellia* oil refining process. **Methods** The crude oil to be refined was collected as the research object, 1.5% and 3.0% of its mass magnesium silicate was added to stir and mix, and then 0.2‰ of water was added. The temperature was raised to 110–120 °C under the condition of vacuum pumping, and the temperature was cooled after 10 min. After filtered, the color, acid value, peroxide value, benzo (a) pyrene and other quality indexes of the sample were tested. **Results** The physicochemical and food safety indexes of the samples treated with magnesium silicate met the requirements of national standards for *Camellia* oil. **Conclusion** The refining process of *Camellia* oil can be simplified by using strong adsorption of magnesium silicate under suitable conditions, which can achieve the refining effect of reducing cost and consumption and reaching the safety standard.

**KEY WORDS:** magnesium silicate; *Camellia* oil; refine oil

## 0 引言

油茶籽油是以山茶科植物油茶或小叶油茶的成熟种

子为原料生产得到的脂肪油, 是中国特有木本油料, 具有特殊的营养价值和保健功能<sup>[1]</sup>。粗制的茶油俗称毛油, 由于含有较高的酸值, 不宜直接食用。其在贮藏过程中长

基金项目: 浙江省衢州市科技研发计划(2018S01)

Fund: Supported by the R & D Plan of Quzhou City, Zhejiang Province (2018S01)

\*通信作者: 祝华明, 高级工程师, 主要研究方向为产品质量检测。E-mail: zsbzhm@163.com

\*Corresponding author: ZHU Hua-Ming, Senior Engineer, Quzhou Center of Quality Supervision and Technology Testing, No. 11, Beiling middle Road, Kecheng District, Quzhou 324000, China. E-mail: zsbzhm@163.com

期接触空气、微生物,受光、热、水影响大,容易酸败,并生成过氧化物<sup>[2]</sup>。油茶籽的榨油工艺主要有压榨法、浸出法、水代法、超临界 CO<sub>2</sub> 萃取法、亚临界萃取法等<sup>[3]</sup>。国内山茶树产区几乎每个村都有“土榨坊”,许多茶籽都被这些分散的土榨坊榨掉,土榨坊榨出的饼再售给浸出茶油厂进一步提取饼中剩余的油。压榨法即采用物理压榨方式,从油茶籽中直接榨取茶油。物理压榨法起源于古老的制取油方法,一直流传到现在,是传统的提取工艺。浸出法大都是用 6 号溶剂萃取山茶籽中茶油的一种方法。水代法是以水代油的简称,不用压力榨出,也不用溶剂浸出。依靠在一定条件下,水与蛋白质的亲和力比油与蛋白质的亲和力大,因而水分浸入油料而代出油脂,尚未大规模应用于生产<sup>[4]</sup>。超临界 CO<sub>2</sub> 萃取法,是以超临界流体为溶剂,在临界温度与压力条件下,从流体或固体物料中获取组分的方法,常用超临界溶剂有 CO<sub>2</sub><sup>[5]</sup>,目前国内仅有少量企业生产。

硅酸镁,主要成分是三硅酸镁,它可以去除色素物质、游离脂肪酸以及过氧化物<sup>[6]</sup>。该产品外观为无定形的白色超细粉末,具有很好的流动性,颗粒为多孔结构,属两性化合物,故该产品具有酸碱 2 种吸附性能,常被用于油类产品的处理剂。硅酸镁的吸附作用既有物理吸附又有化学吸附:物理吸附同活性炭;化学吸附是其吸附作用的重要体现:电荷不平衡造成的吸附主要是通过不同价态的离子和晶体中的 Mg<sup>2+</sup>、Al<sup>3+</sup>、Fe<sup>3+</sup> 发生交换,造成电荷不平衡,以及三硅酸镁表面电荷分布不平衡带来的吸附效应;Si-O-Si 中硅氧键的断裂可以与被吸附的物质形成共价键,从而产生较强的吸附能力<sup>[7-9]</sup>。据硅酸镁生产企业资料显示,硅酸镁不仅能吸附油产品中的色素、脂肪酸,同时也能吸附一些含有 S、N 的有机化合物,对芳香烃化合物也有一定的吸附效果,还可降低油品酸值,从而达到油类产品精制效果,并且可以省掉现有油类产品精制过程中的碱炼、脱色及脱臭等工序,起到降低生产成本的目的。

传统的油茶籽油精炼工艺:压榨毛油(原油)-脱胶-碱炼-水洗干燥-脱色-脱臭-冬化-过滤-成品油。简炼工艺:是相对于传统工艺而言,简化了油茶籽油的精炼工序,使油茶籽油精炼多个过程简化成一个过程。2 种工艺的差别:缩短了精炼的时间,精炼工艺从毛油到成品油需要 2~3 d 时间,简炼工艺 1 d 就可以出成品油;精炼工艺需要用媒介(如氢氧化钠、活性炭、活性白土等)来处理油脂中的酸价、过氧化值、苯并芘等有毒有害物质,简炼工艺则不需要用太多的中间体(只需硅酸镁一种);精炼过程中须防止高温如脱臭工艺(180~240 °C)给油脂产生有毒有害物质,简炼工艺只需 110 °C。

本研究基于油茶籽油简炼的优点,采用硅酸镁作为

油茶籽油原油处理剂,对其应用条件进行探索,旨在为油茶籽油简炼工艺摸索一种新途径。

## 1 材料与方 法

### 1.1 实验材料

油茶籽油原油:采用浙江老树根油茶开发股份有限公司生产的压榨原油;符合食品安全要求标准的硅酸镁<sup>[10]</sup>,牌号为劲俏滤油粉,纯度 99.9%,批号 20200311,产自浙江省绍兴上虞洁华化工有限公司。

### 1.2 实验仪器

2 L 油浴锅、SHZ-D 真空泵(巩义市瑞德仪器设备有限公司);MYP11-2 磁力搅拌(上海梅颖浦仪器仪表制造有限公司);WSL-2 罗维朋比色计(杭州麦哲仪器有限公司);Agilent 1200 液相色谱仪(美国安捷伦科技有限公司);GPC-全自动定量浓缩仪(内装 Bio-Beads, Type S-X3 填料的净化柱,500 mm×25 mm)(德国 LCTech 公司);UPWS 超纯水器(0.22 μm)(上海和泰仪器有限公司)。

### 1.3 实验方法

#### 1.3.1 油茶籽油原油样品处理实验设计

根据硅酸镁同时具有吸附游离脂肪酸、苯并芘,降低过氧化值等的机理,除压力外,添加量及温度对其处理效果会有重要影响,硅酸镁添加量过多或过少,都不能达到最优炼油目的。同样如果温度过低,则硅酸镁的吸附活性不能充分发挥,如果温度过高,则活性降低,造成吸附不充分。本实验取油茶籽油原油样品 100 g,分别添加 0%、1.5%、3.0% 硅酸镁,搅拌混合,再添加 0.2% 的生活饮用水作为水洗剂,分别升温至 110、120 °C,保持搅拌器转速 60 r/min,时间 10 min,搅拌容器压力小于 0.1 MPa。冷却、过滤,得到油茶籽油成品,重复 3 次(n=3)。

#### 1.3.2 油茶籽油色泽的测定

本研究参照 GB/T 5525—1985《植物油脂检验 透明度、色泽、气味、滋味鉴定法》<sup>[11]</sup>中的第 2 章执行,其中罗维朋比色计选用 25.4 mm,重复 3 次(n=3)。

#### 1.3.3 油茶籽油酸价的测定

本研究参照 GB/T 5009.229—2016《食品中酸价的测定》<sup>[12]</sup>方法执行,重复 3 次(n=3)。

#### 1.3.4 油茶籽油过氧化值的测定

本研究参照 GB/T 5009.227—2016《食品中过氧化值的测定》<sup>[13]</sup>方法执行,重复 3 次(n=3)。

#### 1.3.5 油茶籽油中苯并(a)芘的测定

本研究参照 GB/T 24893—2010《动植物油脂 多环芳烃的测定》<sup>[14]</sup>方法执行,重复 3 次(n=3)。

### 1.3.6 油茶籽油中角鲨烯的测定

本研究参照 LS/T 6120《粮油检验 植物油中角鲨烯的测定 气相色谱法》<sup>[15]</sup>方法执行,重复3次( $n=3$ )。

### 1.3.7 油茶籽油中维生素 E 的测定

本研究参照 GB/T 26635—2011《动植物油脂 生育酚及生育三烯酚含量测定 高效液相色谱法》<sup>[16]</sup>方法执行,重复3次( $n=3$ )。

## 2 结果与分析

### 2.1 油茶籽油色泽测定结果

按照规定方法处理的油茶籽油原油色泽测定结果见表1。

表1 处理后的油茶籽油色泽的测定结果  
Table 1 Determination of color of *Camellia* oil after treatment

样品硅酸镁添加量/%	温度/°C	色泽
0	/	黄 20 红 2
1.5	110	黄 12 红 1.6
3.0	120	黄 6 红 0.7
1.5	120	黄 13 红 1.7
3.0	110	黄 5 红 0.5

由表1可以看出,实验样品经过硅酸镁处理,黄、红色泽均有不同程度降低,尤以3.0%硅酸镁添加量与温度为110 °C组合处理的色泽为淡,可明显降低试样色泽,增加产品可观性。分析原因主要是处理剂硅酸镁的多孔结构能够较大幅度地吸附试样中的色素和少量杂质,另外硅酸镁的化学吸附性能是一个化学放热过程,温度升高,其吸附量反而降低<sup>[17-18]</sup>,因此试样的油品色泽会显著降低。

### 2.2 油茶籽油酸价测定结果

按照规定方法处理的油茶籽油原油酸价测定结果见表2。

由表2可以看出,试样经过硅酸镁处理,酸价均有较大程度地下降。其中3.0%硅酸镁添加量与温度110 °C组合处理的酸价下降最大,所有组合的处理结果其酸价指标均符合 GB/T 11765—2018《油茶籽油》<sup>[19]</sup>国家标准要求。究其原因,主要是硅酸镁是两性化合物,具有吸附 OH<sup>-</sup>和 H<sup>+</sup>的特性,由于原油中的高值酸主要以游离脂肪酸存在,加入硅酸镁后可较快地把游离脂肪酸吸附,因此可显著降低试样中的酸价指标。

表2 处理后的油茶籽油酸价的测定结果  
Table 2 Determination of the value of *Camellia* oil acid after treatment

样品硅酸镁添加量/%	温度/°C	酸价/(mg/g)
0	/	4.72±0.03
1.5	110	1.48±0.02
3.0	120	0.21±0.01
1.5	120	1.49±0.02
3.0	110	0.20±0.02

### 2.3 油茶籽油过氧化值测定结果

按照规定方法经处理的油茶籽油原油过氧化值测定结果见表3。

表3 处理后的油茶籽油原油过氧化值的测定结果  
Table 3 Determination of peroxide value of *Camellia* oil crude oil after treatment

样品硅酸镁添加量/%	温度/°C	过氧化值/(g/100 g)
0	/	0.32±0.02
1.5	110	0.19±0.01
3.0	120	0.10±0.01
1.5	120	0.20±0.02
3.0	110	0.09±0.01

由表3可以看出,实验样品经过硅酸镁处理,不同组合处理过氧化值均有不同程度地下降,其中以3.0%硅酸镁添加量与温度为110 °C组合处理的过氧化值下降最大。显然,硅酸镁添加量对油品过氧化值的影响高于处理温度的影响,但各种组合处理的实验结果油品过氧化值均符合 GB/T 11765—2018《油茶籽油》<sup>[19]</sup>国家标准的要求。究其原因,硅酸镁作为一种多孔性的吸附剂,可以一定程度吸附油中的过氧化物及溶解氧,而负压的存在及相对低温是不利于过氧化物存在的,因此上述处理可有效降低度实验样品中的过氧化值含量。

### 2.4 油茶籽油苯并(a)芘测定结果

按照规定方法经处理的油茶籽油原油苯并(a)芘测定结果见表4。

由表 4 可以看出, 实验样品经过硅酸镁处理, 苯并(a)芘也均有较大程度地下降。其中以 3.0%硅酸镁添加量与温度为 110 °C组合处理的苯并(a)芘下降值最大。显然, 硅酸镁的添加量对实验样品的苯并(a)芘影响高于处理的温度, 但各种组合处理的实验结果苯并(a)芘均符合 GB 2716—2018《食品安全国家标准 植物油》<sup>[20]</sup>的标准要求。究其原因, 作为多环芳烃类化合物的代表物苯并(a)芘是一个非常稳定的多环芳烃, 而硅酸镁作为一种多孔性的吸附剂, 主要以物理方式的功能吸附油中的多环芳烃类化合物, 但其吸附机理尚待进一步研究。

### 2.5 与精炼成品的营养成分测定结果

对实验后的成品油茶籽油进行角鲨烯、维生素 E 含量分析, 与精炼成品作对比, 结果见表 5。

由表 5 中可以看出, 经过精炼的茶籽油, 脱色、脱臭等常规精炼工艺会对油品中的微量营养成分有所破坏; 而采用硅酸镁简炼工艺很大程度上保存了茶籽油中的重要营养成分角鲨烯、维生素 E, 提高了茶籽油的品质, 显现了简炼工艺特有的优势。

### 2.6 与国标指标要求的比对

对实验后的成品油茶籽油理化指标与国标指标进

行比对, 其中项目中的后 3 项透明度、水分及挥发物, 不溶性杂质测定参照 GB/T 11765—2018 的方法进行, 结果见表 6。

由表 6 结果可知, 使用硅酸镁简炼工艺处理的油茶籽油的各项质量与安全指标能达到油茶籽油国家标准的要求。

## 3 结 论

对油茶籽油原油用不同用量的硅酸镁适当处理, 用国标法测定了其色泽、酸值、过氧化值和苯并(a)芘的变化量。结果表明, 中低酸值的油茶籽油原油, 经硅酸镁适当处理可以降低其色泽、酸值、过氧化值和苯并(a)芘含量, 检测的各项指标也均符合油茶籽油国家标准要求, 同时能最大程度地保持油茶籽油中的原有的角鲨烯、维生素 E 等营养成分。但对于高色泽、高酸价的油茶籽油尚需作进一步研究。另外对于原油中的一些胶质、蜡质等处理效果尚不得知; 其次硅酸镁与原油使用的对应量、适宜温度与炼油压力条件的变化有待深入探索。但对于一些原油质量较好的油茶籽油, 此简炼工艺不失为一种可尝试的降本节能、安全有效的新型简炼工艺。

表 4 处理后的油茶籽油原油苯并(a)芘的测定结果  
Table 4 Determination of benzo (a) pyrene in *Camellia* oil after treatment

样品硅酸镁添加量/%	温度/°C	苯并(a)芘/(μg/kg)
0	/	19.4±0.04
1.5	110	6.5±0.02
3.0	120	2.2±0.01
1.5	120	6.3±0.02
3.0	110	2.1±0.01

表 5 油茶籽油与精炼成品营养成分的测定结果  
Table 5 Determination of nutritional components of *Camellia* oil and refined products

项目	角鲨烯/(mg/kg)	维生素 E/(mg/kg)
成品精炼一级	176±4.1	12.5±0.2
实验成品	548±6.7	22.4±0.4

表 6 与国标指标要求的比对  
Table 6 Comparison with national standard indicators requirements

项目	GB/T 11765—2018《油茶籽油》	实验结果
色泽	淡黄色至黄色	黄 5 红 0.5
酸值(以 KOH 计)/(mg/g)	≤2.0	0.2±0.01
过氧化值/(g/100 g)	≤0.25	0.09±0.01
苯并(a)芘/(μg/kg)	≤10	2.1±0.01
透明度	清澈	清澈
水分及挥发物含量/%	≤0.10	0.05
不溶性杂质含量/%	≤0.05	0.02

### 参考文献

- [1] 沈建福, 姜天甲. 油茶籽油的营养价值与保健功能[J]. 粮食与食品工业, 2006, 13(6): 6-8.  
SHEN JF, JIANG TJ. Nutritional value and health function of *Camellia* Oil [J]. Cereal Food Ind, 2006, 13(6): 6-8.
- [2] 管正超, 刘有照. 影响油脂过氧化值的几点因素[J]. 中国油脂, 1992, (2): 53-55.  
GUAN ZC, LIU YZ. Factors affecting peroxide value of oils and fats [J]. China Oils Fats, 1992, (2): 53-55.
- [3] 祝华明, 戴贤君, 郑睿行. 加工工艺对茶油中多环芳烃组成及含量的影响[J]. 食品与机械, 2015, 31(4): 59-61.  
ZUA HM, DAI XJ, ZHENG RH. Effect of processing technology on composition and concentration of PAHs in camellia seed oil [J]. Food Mach, 2015, 31(4): 59-61.
- [4] 李依那, 钟海雁. 油茶籽油的水法提取工艺研究及品质分析[J]. 食品与机械, 2010, 26(2): 139-142.  
LI YN, ZHONG HY. Aqueous extraction of *Camellia oleifera* seed oil and it's quality analysis [J]. Food Mach, 2010, 26(2): 139-142.
- [5] 祝华明, 陈中海, 孙玉洁, 等. 浙江红花油茶油茶籽油提取工艺研究[J]. 粮食与食品工业, 2016, 22(2): 17-21.  
ZHU HM, CHEN ZH, SUN YJ, et al. Study on extraction process of *Camellia chekiangoleosa* Hu [J]. Cereal Food Ind, 2016, 22(2): 17-21.
- [6] KHAN MA, RAHMAN MM, HABIB MA, et al. Influences of magnesium tri-silicate on the physical, mechanical, and degradable properties of ultraviolet (UV) radiation cured plain board surface [J]. J Polym Environ, 2004, 12(4): 219-229.
- [7] 冯凌. 改性三硅酸镁多孔吸附剂的制备及其表征[D]. 北京: 北京化工大学, 2009.  
FENG L. Preparation and characterization of modified magnesium trisilicate porous adsorbent [D]. Beijing: Beijing University of Chemical Technology, 2009.
- [8] RASHID I, DARAGHMEH NH, OMARI MMA, et al. Magnesium silicate [J]. Profiles Drug Sub, Excipients Relat Methodol, 2011, 36: 241-285.
- [9] GAISFORD S, ROYALL PG, GREIG DG. Solution calorimetry as a tool to study the neutralising capacity of magnesium trisilicate mixture BP and its components [J]. Thermochim Acta, 2004, 417(2): 217-221.
- [10] GB 1886.62—2015 食品添加剂 硅酸镁[S].  
GB 1886.62—2015 Food additive-Magnesium silicate [S].
- [11] GB/T 5525—2008 植物油脂 色泽、气味、滋味测定法[S].  
GB/T 5525—2008 Vegetable fats and oils-Method for identification of transparency, odor and flavor [S].
- [12] GB/T 5009.229—2016 食品中酸价的测定[S].  
GB/T 5009.229—2016 Determination of acid value in food [S].
- [13] GB/T 5009.227—2016 食品中过氧化值的测定[S].  
GB/T 5009.227—2016 Determination of peroxide value in food [S].
- [14] GB/T 24893—2010 动植物油脂 多环芳烃的测定法[S].  
GB/T 24893—2010 Animal and vegetable fats and oils-Determination of polycyclic aromatic hydrocarbons [S].
- [15] LS/T 6120—2017 粮油检验 植物油中角鲨烯的测定 气相色谱法[S].  
LS/T 6120—2017 Inspection of grain and oils-Determination of squalene in vegetable oils by gas chromatography [S].
- [16] GB/T 26635—2011 动植物油脂 生育酚及生育三烯酚含量测定 高效液相色谱法[S].  
GB/T 26635—2011 Animal and vegetable fats and oils-Determination of tocopherol and tocotrienol contents by high performance liquid chromatography [S].

chromatography [S].

GB 2716—2018 National food safety standard-Vegetable oil [S].

- [17] 钟海雁, 王承南, 谢碧霞, 等. 茶油色泽测定及脱色工艺的研究[J]. 中南林业学院学报, 2000, 20(4): 25-29.

(责任编辑: 张晓寒)

ZHONG HY, WANG CN, XIE BX, *et al.* The bleaching technique and spectral analysis of oil-tea camellia seed oil [J]. J Cent South Univ Forest Technol, 2000, 20(4): 25-29.

### 作者简介



余洪明, 助理工程师, 主要研究方向为油脂加工。

E-mail: 1026395855@qq.com

- [18] 陈珊, 何庭玉. 茶油的精制方法及应用[J]. 林产化工通讯, 2005, (6): 39-42.

CHEN S, HE TY. A review on refinement of teaseed oil and its application [J]. Biomass Chem Eng, 2005, (6): 39-42.



祝华明, 高级工程师, 主要研究方向为产品质量检测。

E-mail: zsbzhm@163.com

- [19] GB 11765—2018 油茶籽油[S].

GB 11765—2018 Oil-tea camellia seed oil [S].

- [20] GB 2716—2018 食品安全国家标准 植物油[S].

## “动物性食品加工与质量安全”专题征稿函

当前我国经济飞速发展, 人们对动物性食品的要求也不再仅仅是数量上的追求, 正在向质量要求进行转变, 然而目前国内动物性食品在各个方面仍需要进行完善。因此, 如何解决这些问题, 使动物性食品安全真正得到保障, 已显得尤为重要。

鉴于此, 本刊特别策划了“动物性食品加工与质量安全”专题, 由东北农业大学食品学院许晓曦教授担任专题主编。专题将围绕现代化加工与副产物综合利用技术、质量安全与检测技术、营养及风味成分分析技术、污染防控与危害分析、法律法规和发展政策几方面, 或您认为本领域有意义的问题综述及研究论文均可, 专题计划在 2021 年 3 月出版。

本刊主编国家食品安全风险评估中心吴永宁研究员与本专题主编许晓曦教授特邀请有关食品领域研究人员为本专题撰写稿件, 综述、研究论文和研究简报均可。请在 2021 年 1 月 31 日前通过网站或 E-mail 投稿。我们将快速处理并经审稿合格后优先发表。

同时烦请您帮忙在同事之间转发一下, 希望您能够推荐该领域的相关专家并提供电话和 E-mail。再次感谢您的关怀与支持!

投稿方式(注明专题**动物性食品加工与质量安全**):

网站: [www.chinafoodj.com](http://www.chinafoodj.com)(备注: 投稿请登录食品安全质量检测学报主页-作者

登录-注册投稿-投稿栏目选择“2020 专题: **动物性食品加工与质量安全**”)

邮箱投稿: E-mail: [jfoodsq@126.com](mailto:jfoodsq@126.com)(备注: **动物性食品加工与质量安全**专题投稿)

《食品安全质量检测学报》编辑部