

## 应用技术

# 棕榈液油和胡麻油煎炸油饼对健康成人血清指标影响的比较研究

周海腾<sup>1</sup>, 蔡慧珍<sup>2</sup>, 赵悦<sup>2</sup>, 杨晓辉<sup>2</sup>, OOI Cheng Keat<sup>1</sup>, 方芳<sup>3</sup>, 徐靖<sup>3</sup>

(1. 大马棕榈油技术研发(上海)有限公司, 上海 201108; 2. 宁夏医科大学公共卫生与管理学院, 银川 750004; 3. 上海市静安区闸北中心医院, 上海 200040)

**摘要:**比较了棕榈液油和胡麻油作为煎炸用油制作油饼食用后对人体血脂、血清中反式脂肪酸(TFA)和氧化应激指标的影响。采取自愿原则招募回族、汉族18~25岁, BMI正常, 无糖尿病、高血压、高血脂或急性感染性疾病的健康男、女性成年大学生120名, 采用双盲法给予用棕榈液油或胡麻油煎炸的油饼, 比较餐后2h人体血脂、血清中TFA和氧化应激指标的变化。结果显示: 干预(2h)后两组之间的总胆固醇(TC)和甘油三酯(TGs)均无统计学差异( $P > 0.05$ ); 胡麻油组的血清TFA升高幅度高于棕榈液油组( $P < 0.05$ ), 丙二醛(MDA)升高幅度高于棕榈液油组但无统计学差异( $P > 0.05$ ), SOD水平干预前后均无差异( $P > 0.05$ ), 但其变化的差值在两组间有差异( $P < 0.05$ )。结果表明棕榈液油高温加热时性质相对稳定, 能够有效抑制血清中TFA和MDA的水平, 比胡麻油更适合作为煎炸用油。

**关键词:**棕榈液油; 胡麻油; 煎炸油饼; 血清; 血脂; 胆固醇

中图分类号: TS225.1; TQ641 文献标识码: A 文章编号: 1003-7969(2018)02-0154-04

## Comparison of serum markers in healthy subjects eating Chinese flour cakes fried in palm olein or flaxseed oil

ZHOU Haiteng<sup>1</sup>, CAI Huizhen<sup>2</sup>, ZHAO Yue<sup>2</sup>, YANG Xiaohui<sup>2</sup>,  
OOI Cheng Keat<sup>1</sup>, FANG Fang<sup>3</sup>, XU Jing<sup>3</sup>

(1. Palm Oil Research and Technical Service Institute of Malaysian Palm Oil Board, Shanghai 201108, China; 2. School of Public Health, Ningxia Medical University, Yinchuan 750004, China; 3. Zhabei Center Hospital in Jing'an District, Shanghai 200040, China)

**Abstract:** The effects of eating Chinese flour cakes fried in palm olein or flaxseed oil on blood lipid, *trans*-fatty acid(TFA) and oxidative stress markers in serum were compared. 120 healthy male and female students of Hui and Han nationality aged 18 - 25 years old with normal BMI and no record of diabetes, hypertension, hyperlipidemia or any acute infection were recruited. They were fed with Chinese flour cakes fried in palm olein or flaxseed oil. Postprandial 2 h and fasting serum were analyzed for triglyceride (TGs), total cholesterol (TC), TFA, superoxide dismutase (SOD) and malonaldehyde (MDA). The results showed that there was no significant difference in TC and TGs between palm olein and flaxseed oil after 2 h intervention ( $P > 0.05$ ). Serum TFA in flaxseed oil group was significantly in-

creased compared with palm olein group ( $P < 0.05$ ). The increase of MDA in flaxseed oil group was higher than that in palm olein group, but there was no significant difference ( $P > 0.05$ ). No difference was observed in SOD before and after intervention ( $P > 0.05$ ), but the differences of the changes was significant ( $P > 0.05$ ). Results

收稿日期: 2017-06-08; 修回日期: 2017-10-24

基金项目: 马来西亚棕榈液油总署资助(MPOB 041/2015); 宁夏大学生创新创业项目(201610752044)

作者简介: 周海腾(1987), 男, 硕士, 主要从事营养与油脂健康方面的工作(E-mail) zhouhaiteng@mpob.com.cn。

通信作者: OOI Cheng Keat (E-mail) ooi@mpob.com.cn。

indicated that palm olein had higher stability during high temperature heating and it inhibited the levels of serum TFA and MDA, which was suitable to be used as frying oil.

**Key words:** palm olein; flaxseed oil; fried cake; serum; blood lipid; cholesterol

宁夏油饼(又称作油香)是宁夏回族人民的一种特色饮食,以面粉、盐、碱、植物油为主要原料,辅以红糖、鸡蛋、蜂蜜、香豆粉等材料在植物油中高温炸至而成<sup>[1]</sup>。油饼的煎炸用油多采用葵花籽油、胡麻油、大豆油等。研究表明葵花籽油、胡麻油等富含不饱和脂肪酸,高温条件下不稳定<sup>[2]</sup>。高温煎炸淀粉类食品时油脂的酸值和过氧化值会升高,并产生丙烯酰胺<sup>[3]</sup>、反式脂肪酸(TFA)、多环芳烃等有害物质<sup>[4-5]</sup>。人们若过多摄入这些物质会引发心脑血管疾病<sup>[6-7]</sup>、高血压和2型糖尿病<sup>[8]</sup>。棕榈液油因其在高温条件下油烟少、相对稳定,而成为主要的煎炸用油。研究表明,相比大豆油、葵花籽油等植物油,高温煎炸时棕榈液油的反式脂肪酸产生较少,更适合作为煎炸用油<sup>[9]</sup>。

为了研究棕榈液油和胡麻油作为煎炸用油制作油饼时对人体血脂、血清中TFA和氧化应激指标的影响,我们采用棕榈液油和胡麻油加工制作油饼,并招募健康大学生进行食用,比较餐后健康成人血脂、血清中TFA和氧化应激指标的变化,为保护食用者的健康探寻更适合的煎炸用油。

## 1 材料与方法

### 1.1 试验对象

采取自愿原则招募回族、汉族18~25岁男、女性健康成年大学生120名。由于TFA与2型糖尿病、动脉粥样硬化相关,为排除这些疾病对TFA检测的干扰,试验对象入选标准为:体质指数(BMI)大于等于18.5 kg/m<sup>2</sup>,小于24 kg/m<sup>2</sup>,无糖尿病、高血压、高血脂(总胆固醇<5.2 mmol/L,甘油三酯<1.7 mmol/L),或急性感染性疾病。将所有试验对象按照性别和民族分配到棕榈液油组和胡麻油组。本研究经过宁夏医科大学学术伦理委员会批准,并在中国临床试验平台注册(ChiCTR-IOR-16007685),所有入选对象均签署知情同意书。

### 1.2 试验方法

#### 1.2.1 血样的采集

试验对象于试验前一天晚9点开始禁食,试验当日早7:30开始体检,测定试验对象的身高、体重和血压,同时抽取空腹血。

采集空腹血后,采用双盲法(试验对象及统计人员不知道各组油饼的发放种类)立即给予受试对象棕

榈液油或胡麻油煎炸的油饼(60 g)并开始计时,餐后2 h再次采血。所有血样4℃静置30 min后,3 000 r/min离心10 min。取血清-80℃冻存储备。测定血清中甘油三酯(TGs)、总胆固醇(TC)、TFA、超氧化物歧化酶(SOD)和丙二醛(MDA)的水平。

#### 1.2.2 相关指标的测定

采用美国Foss XDS Rapid Liquid Analyzer测定煎炸后两种油脂的碘值,CSY-SDC油脂极性组分检测仪测定极性组分的总含量,Deep-frying Oil Tester(Testo 270)测定氧化稳定性。过氧化值参考GB/T 5009.37-2003进行。煎炸后油脂中脂肪酸的测定参考美国油脂化学协会AOCS official method Ce 1j-07方法进行。

血清中TGs和TC水平采用全自动生化仪检测。SOD和MDA的测定按照南京建成生物公司试剂盒说明书进行。

血清TFA采用气相色谱法进行测定<sup>[10-11]</sup>。以反式脂肪酸甲酯混标(含C16:1-9t、C18:1-9t、C18:1-11t、C18:2-9t,12t)和C16:1-7t单标作为标准品,测定C16:1-7t、C16:1-9t、C18:1-9t、C18:1-11t和C18:2-9t,12t 5种反式脂肪酸在血清中的含量。

#### 1.2.3 统计分析

利用SPSS 19.0对数据进行相应的统计分析。两组人群的性别、民族之间的差异采用卡方检验,年龄、体重、身高、BMI和血压采用两独立样本的t检验。两组人群的TC、TAG、TFA和SOD的比较采用两独立样本的t检验;各组干预前后指标的比较采用配对t检验;差值的比较采用秩和检验。血清MDA的差异采用秩和检验分析。以P<0.05为差异有统计学意义。

## 2 结果与分析

### 2.1 试验对象的基本情况(见表1)

表1 试验对象的基本情况

项目	胡麻油组	棕榈液油组	P
男	24	22	>0.05
女	36	38	
回族	21	30	>0.05
汉族	39	30	
年龄	21.53 ± 1.56	21.47 ± 1.88	>0.05

续表 1

项目	胡麻油组	棕榈液油组	<i>P</i>
体重/kg	58.45 ± 8.92	57.47 ± 8.52	>0.05
身高/cm	168.76 ± 7.91	168.27 ± 7.31	>0.05
BMI/(kg/m <sup>2</sup> )	20.44 ± 2.07	20.24 ± 2.21	>0.05
收缩压/mmHg	112.43 ± 10.26	111.25 ± 9.39	>0.05
舒张压/mmHg	74.19 ± 7.86	73.88 ± 6.86	>0.05

由表 1 可知,干预前胡麻油组和棕榈液油组人群的性别、民族、年龄、体重、身高、BMI 和血压之间均无统计学差异。

## 2.2 棕榈液油和胡麻油煎炸后油脂的品质分析 (见表 2、表 3)

表 2 棕榈液油和胡麻油煎炸后质量指标

项目	胡麻油	棕榈液油
碘值(I)/(g/100 g)	192.05	71.58
氧化稳定性/h	1.71	9.29
过氧化值/(meq/kg)	4.05	0.79
极性组分含量/%	24	8.5

表 3 棕榈液油和胡麻油煎炸后的主要脂肪酸组成 %

脂肪酸	胡麻油	棕榈液油
C16:0	8.85	26.50
C18:0	3.52	3.11
C18:1	24.44	46.53
C18:2	16.11	16.07
C18:3	45.67	3.90
TFA	0.67	0.32

由表 2 可知,煎炸后棕榈液油的碘值、过氧化值和极性组分含量都低于胡麻油,而氧化稳定性高于胡麻油。由表 3 可知,煎炸后两种油脂的脂肪酸组成有较大区别,胡麻油中以 C18:3 为主,而棕榈液油中以 C18:1 为主,胡麻油中的 TFA 含量约为棕榈液油的两倍。

胡麻油是甘肃、宁夏一带的特色油脂,富含亚麻酸等不饱和脂肪酸,是一种营养极为丰富的食用油<sup>[12]</sup>。由于胡麻油中不饱和脂肪酸含量高,在高温条件下极不稳定。加热时不但易产生大量油烟,给加工者带来健康隐患,而且高温煎炸淀粉类食品时油脂的过氧化值也急剧升高,加上丙烯酰胺、TFA 等有害物质的生成,都会随着油炸食品进入食用者体内造成危害。

棕榈液油是一种富含棕榈酸和油酸的油脂,其价格低廉,氧化性质相对稳定,高温加热时不会产生大量油烟,目前已被广泛用于烹饪和食品制造业<sup>[13-14]</sup>。目前,关于棕榈液油的应用已有大量研究。Romano 等<sup>[15]</sup>比较了超级棕榈液油与橄榄油炸

薯条时油脂的变化,发现超级棕榈液油煎炸后游离脂肪酸和总极性物质升高,但是 C8:0 生成较少,过氧化值较低。此外超级棕榈液油中亚麻酸和亚油酸含量较低,油酸含量较高,更适宜作为煎炸用油。

## 2.3 干预前后棕榈液油组和胡麻油组的血脂水平的变化 (见表 4)

表 4 干预前后棕榈液油组和胡麻油组的

指标	血脂水平变化 mmol/L	
	胡麻油组	棕榈液油组
TC		
干预前	4.25 ± 0.61	4.21 ± 1.14
干预后	4.57 ± 1.64	4.56 ± 1.50
差值	0.32 ± 1.54	0.30 ± 1.65
TGs		
干预前	0.97 ± 0.33	1.01 ± 0.47
干预后	1.40 ± 0.53 <sup>a</sup>	1.47 ± 0.64 <sup>a</sup>
差值	0.43 ± 0.40	0.44 ± 0.53

注:a 表示与干预前比较,*P* < 0.05。下同。

由表 4 可知,两组试验对象食用油饼 2 h 后,血清 TGs 水平均有所升高(配对 *t* 检验,*P* < 0.05),TC 没有变化。但是干预前和干预后,棕榈液油组和胡麻油组之间的 TC 和 TGs 均无统计学差异(*P* > 0.05)。

Lucci 等<sup>[7]</sup>发现每天食用 25 mL 的棕榈液油,连续食用 3 个月,其对血脂的作用与橄榄油类似,认为棕榈液油和橄榄油具有等效效应。也有研究报道,食用 3 个月棕榈液油,与橄榄油相比升高了餐后的 TC 和 LDL 胆固醇,降低了 TGs 的浓度<sup>[16]</sup>。

## 2.4 干预前后棕榈液油组和胡麻油组的血清反式脂肪酸水平的变化 (见表 5)

表 5 干预前后棕榈液油组和胡麻油组的

TFA	血清 TFA 变化 μg/μL	
	胡麻油组	棕榈液油组
干预前	0.364 ± 0.060	0.311 ± 0.053
干预后	0.572 ± 0.112 <sup>a</sup>	0.296 ± 0.055 <sup>b</sup>
差值	0.208 ± 0.127	-0.051 ± 0.076 <sup>b</sup>

注:b 表示与胡麻油组比较,*P* < 0.05。下同。

由表 5 可知,与干预前相比,胡麻油组的血清 TFA 水平升高,棕榈液油组无变化。两组之间相比,干预前血清 TFA 无差异,而干预 2 h 后有统计学差异(*P* < 0.05)。干预 2 h 后胡麻油组的血清 TFA 水平显著高于棕榈液油组。这表明棕榈液油制作的油饼能够有效控制摄食后血清中 TFA 的含量。TFA 因其与双键相连的氢原子分布在碳链的两侧,其直链结构比顺式脂肪酸要稳定,所以人体中的脂酶无法有效代谢 TFA,造成 TFA 摄入后难以代谢排出,

进而易于在体内蓄积。由此表明油炸食品中 TFA 的含量高则血清 TFA 的水平也将升高。TFA 的摄入过高则会促进动脉粥样硬化、诱导血栓形成、抑制生长发育,引起 2 型糖尿病和心脏病等疾病,采用棕榈液油替代胡麻油能够有效控制膳食 TFA 的摄入,降低血清 TFA 水平。

2.5 干预前后棕榈液油组和胡麻油组的氧化应激指标的变化(见表 6)

表 6 干预前后棕榈液油组和胡麻油组的

氧化应激指标	氧化应激指标变化	
	胡麻油组	棕榈液油组
MDA(中位数,区间)		
干预前	0.040,0.314	0.064,0.274 <sup>b</sup>
干预后	0.181,0.288 <sup>a</sup>	0.206,0.428 <sup>a</sup>
差值	0.069,0.600	0.043,0.570
SOD		
干预前	0.242 ± 0.048	0.245 ± 0.033
干预后	0.259 ± 0.054	0.241 ± 0.059
差值	0.017 ± 0.079	-0.004 ± 0.075 <sup>b</sup>

MDA 是机体脂质过氧化反应的代谢产物,其水平可以反映机体脂质过氧化的程度,进而反映细胞的损伤情况。SOD 是生物体内清除自由基的首要物质,是生物体内重要的抗氧化酶。SOD 与 MDA 是反映机体脂质过氧化程度的一对指标。

由表 6 可知,干预前棕榈液油组的血清 MDA 水平略高于胡麻油组,干预后两组 MDA 的水平均升高(胡麻油组的 MDA 水平升高幅度较大)且无统计学差异( $P > 0.05$ )。两组血清 SOD 的水平在干预前后均无差异,但其变化的差值在两组间有差异( $P < 0.05$ )。研究表明当机体自由基产生大幅度增加导致激增时,在自由基的诱导及机体代偿应激下,细胞或机体会诱导性地增强抗氧化能力,一般会出现一过性 SOD 水平增高现象。胡麻油组 SOD 的改变可能与 MDA 升高幅度大,进而引起 SOD 代偿性升高有关。

### 3 结论

本研究比较了棕榈液油和胡麻油作为煎炸用油制作油饼对健康成年人血脂、血清中反式脂肪酸和氧化应激指标的影响,证实棕榈液油高温加热时性质相对稳定,能够有效抑制血清反式脂肪酸和丙二醛的水平,比胡麻油更适合作为煎炸用油。但是由于煎炸食品中饱和脂肪酸含量高,长期食用这类食品会导致健康隐患,应注意控制对这类食品的摄入。

### 参考文献:

- [1] 丁明俊. 论“清真文化”的起源与演变[J]. 西北民族研究, 2017(1):156-166, 203.
- [2] 云少君, 戴玥, 延莎.  $\beta$ -胡萝卜素和植酸对胡麻油抗氧化活性的影响[J]. 山西农业大学学报(自然科学版), 2015, 35(3):277-280.
- [3] 王鹏璞, 朱雨辰, 刘炎冰, 等. 煎炸和焙烤过程中油脂对丙烯酰胺形成影响研究进展[J]. 中国粮油学报, 2017, 32(2):140-146.
- [4] 纳鹏军, 晋晓勇. 煎炸胡麻油分子光谱分析研究[J]. 光谱学与光谱分析, 2011, 31(7):1889-1891.
- [5] 康雪梅, 李桂华, 刘斌, 等. 葵花籽油在油条煎炸过程中的品质变化研究[J]. 粮油食品科技, 2014, 22(5):25-28, 47.
- [6] 谢上才, 江力勤. 反式脂肪酸对心血管的危害及机制的研究进展[J]. 心脑血管病防治, 2016, 16(2):134-135, 139.
- [7] LUCCI P, BORRERO M, RUIZ A, et al. Palm oil and cardiovascular disease: a randomized trial of the effects of hybrid palm oil supplementation on human plasma lipid patterns [J]. Food Funct, 2016, 7(1):347-354.
- [8] 张嘉峻, 单淑晴, 许莎莎, 等. 反式脂肪酸(TFA)与慢性代谢性疾病关系的研究进展[J]. 卫生软科学, 2017, 31(2):31-34.
- [9] 何天宇, 刘春英, 康丹, 等. 不同植物油油炸面制品中反式脂肪酸含量的研究[J]. 中国食品卫生杂志, 2017, 29(2):149-154.
- [10] 谭力, 鞠焯先, 黎介寿, 等. 血清总磷脂脂肪酸组分的固相萃取-气相色谱法分析[J]. 分析科学学报, 2006, 22(2):125-128.
- [11] 陈月晓, 唐凌轩, 李全霞, 等. 食品中 17 种反式脂肪酸的气相色谱测定方法[J]. 食品工业科技, 2016, 37(17):292-296.
- [12] 卢银洁, 狄建兵, 郝利平, 等. 热榨和冷榨胡麻油挥发性物质与关键风味物质组成的分析[J]. 中国油脂, 2007, 42(3):44-47, 52.
- [13] 马振兴, 王伟, 王振丽. 方便面生产中棕榈油稳定性的分析[J]. 中国油脂, 2017, 42(12):70-72.
- [14] 金俊, 马银辉, 周胜利, 等. 棕榈油基绿豆糕的制备工艺研究[J]. 中国油脂, 2017, 42(7):150-154.
- [15] ROMANO R, GIORDANO A, VITIELLO S, et al. Comparison of the frying performance of olive oil and palm superolein [J]. J Food Sci, 2012, 77(5):519-531.
- [16] THOLSTRUP T, HJERPSTED J, RAFF M. Palm olein increases plasma cholesterol moderately compared with olive oil in healthy individuals [J]. Am J Clin Nutr, 2011, 94(6):1426-1432.