

# 核桃油中亚麻酸对小鼠血脂和肝功能的影响

刘皓涵<sup>1</sup>, 梁琪琪<sup>1</sup>, 王国良<sup>1</sup>, 潘建龙<sup>2</sup>, 张润光<sup>1</sup>, 张有林<sup>1</sup>

(1. 陕西师范大学食品工程与营养科学学院, 西安 710119; 2. 安康市瀛天生态农林开发有限公司, 陕西 安康 725000)

**摘要:**以纯度为97.2%的冷榨核桃油亚麻酸为原料,研究其对小鼠血脂和肝功能的影响。将110只雄性昆明小鼠随机分为11组,分别灌胃核桃油、亚麻酸、花生油30 d,测定小鼠血脂和肝脏指标。结果表明:亚麻酸可降低高脂血症小鼠体重、血清总胆固醇(TC)、低密度脂蛋白胆固醇(LDL-C)、甘油三酯(TG)、肝脏质量和肝脏系数,可提高小鼠血液高密度脂蛋白胆固醇(HDL-C)水平。研究表明核桃油中亚麻酸防治小鼠高脂血症和动脉粥样硬化作用显著,且优于核桃油和花生油。

**关键词:**核桃油;亚麻酸;血脂;肝功能

中图分类号:TS225.1;TS201.4 文献标识码:A 文章编号:1003-7969(2020)08-0051-04

## Effects of linolenic acid prepared from walnut oil on blood lipid and liver function in mice

LIU Haohan<sup>1</sup>, LIANG Qiqi<sup>1</sup>, WANG Guoliang<sup>1</sup>, PAN Jianlong<sup>2</sup>,  
ZHANG Runguang<sup>1</sup>, ZHANG Youlin<sup>1</sup>

(1. College of Food Engineering and Nutritional Science, Shaanxi Normal University, Xi'an 710119, China;

2. Ankang Yingtian Ecological Agriculture and Forestry Development Co., Ltd.,  
Ankang 725000, Shaanxi, China)

**Abstract:** The effects of linolenic acid with purity of 97.2% prepared from cold-pressed walnut oil on blood lipid and liver function in mice were evaluated. 110 male kunming mice were randomly divided into eleven groups and fed with walnut oil, linolenic acid and peanut oil for 30 d, then the indexes of blood lipid and liver of mice were determined. The results showed that the linolenic acid prepared by walnut oil could reduced the body weight, serum total cholesterol(TC), low-density lipoprotein(LDL-C), triglyceride(TG), liver weight and liver coefficient, while improve the level of high-density lipoprotein(HDL-C) in blood of mice. The effect of linolenic acid prepared from walnut oil on hyperlipidemia and atherosclerosis in mice was significant, and was better than walnut oil and peanut oil.

**Key words:** walnut oil; linolenic acid; blood lipid; liver function

我国核桃种植历史悠久且种植面积广泛,目前核桃加工主要集中在油脂的榨取和核桃仁加工小食品方面。核桃仁中油脂含量高达60%~70%,油脂中不饱和脂肪酸含量高达90%<sup>[1-2]</sup>,其中亚麻酸为

人体必需脂肪酸,对防治心脑血管疾病、降低动脉粥样硬化发病率及控制血糖指数均有显著作用,被誉为“21世纪绿色营养保健食品”<sup>[3-5]</sup>。有文献报道,通过饮食摄取适量亚麻酸可以降低因心血管疾病导致的死亡率<sup>[6-7]</sup>,降低2型糖尿病(T2DM)的发生率,改善T2DM受试者对胰岛素的反应能力<sup>[8]</sup>。目前对于核桃油中分离纯化亚麻酸的研究较少,对核桃油亚麻酸营养功能的研究更少。本文采用本实验室已有方法制备的核桃油亚麻酸,将其灌胃高脂小鼠,测定小鼠血脂和肝脏指标,以核桃油和花生油作对照,研究核桃油亚麻酸对小鼠血脂和肝功能的影响。

收稿日期:2019-11-18;修回日期:2020-03-28

基金项目:陕西省重点研发计划项目(2018TSCXL-NY-06-02);陕西省农业科技驱动项目(NYKJ-2018-XA-06);中央高校基本科研业务费资助项目(GK201806002)

作者简介:刘皓涵(1995),女,硕士研究生,研究方向为农产品加工与贮藏(E-mail)1805111814@qq.com。

通信作者:张有林,教授,博士生导师(E-mail)youlinzh@snnu.edu.cn。

## 1 材料与amp;方法

### 1.1 实验材料

核桃:香玲核桃,购自西安市朱雀农产品市场。花生油:鲁花5S压榨一级油(非转基因),购自永辉超市。昆明小鼠:雄性,体重(22.0 ± 2.0)g,空军军医大学实验动物中心提供。基础饲料(亚麻酸含量 ≤ 0.4%),空军军医大学实验动物中心提供;高脂饲料,用80%基础饲料、13.5%猪油、4.0%胆固醇、0.5%胆酸钠配制而成;甲醇、乙醇、硫酸、无水硫酸钠、尿素、丙酮、盐酸、石油醚、氢氧化钾等均为分析纯;异辛烷为色谱纯;混合脂肪酸甲酯标准品(纯度 > 99.8%),购于美国Sigma公司;甘油三酯(TG)、高密度脂蛋白胆固醇(HDL-C)、低密度脂蛋白胆固醇(LDL-C)、总胆固醇(TC)测定试剂盒,购于西安晶博生物技术有限公司。

RE-52型旋转蒸仪;TRACE2000型气相色谱

仪,美国热电公司;PHS-3C型精密pH计;TDL80-2B型离心沉淀机;JB-3型定时恒温磁力搅拌器。

### 1.2 实验方法

#### 1.2.1 核桃油亚麻酸制备

将香玲核桃液压榨得到核桃油,采用本实验室方法制备核桃油亚麻酸<sup>[9]</sup>。

#### 1.2.2 小鼠饲喂实验设计

参考文献[10]中的方法略有修改。选取健康雄性昆明小鼠110只,基础饲料适应性喂养3d,随机分为11个小组(见表1),空白对照组(G1)饲喂基础饲料,高脂模型组(G2)饲喂高脂饲料,实验组(G3~G11)在饲喂高脂饲料的同时,每天上午8点分别以不同剂量的核桃油、亚麻酸及花生油灌胃。各组自由饮水,自然光照,30d后各组小鼠均禁食12h并称重。

表1 实验小鼠剂量设计及分组

组号	组别	小鼠数量	平均体重/g	灌胃剂量/(mL/(kg·d))
G1	空白对照组	10	22.8 ± 0.47a	0
G2	高脂模型组	10	23.6 ± 0.56a	0
G3	核桃油低剂量组	10	22.6 ± 0.48a	9.0
G4	核桃油中剂量组	10	22.7 ± 0.67a	17.0
G5	核桃油高剂量组	10	22.5 ± 0.78a	33.0
G6	花生油低剂量组	10	22.6 ± 0.69a	9.0
G7	花生油中剂量组	10	22.8 ± 0.56a	17.0
G8	花生油高剂量组	10	22.9 ± 0.49a	33.0
G9	核桃油亚麻酸低剂量组	10	22.8 ± 0.71a	1.5
G10	核桃油亚麻酸中剂量组	10	22.6 ± 0.73a	3.0
G11	核桃油亚麻酸高剂量组	10	22.6 ± 0.72a	4.5

注:相同字母表示差异不显著( $p > 0.05$ )。灌胃剂量参考中国城乡居民实际平均油脂摄入量(42.1 g/d)折算成人体油脂摄入量占食物摄入量的6.3%。

#### 1.2.3 小鼠血脂指标测定及动脉硬化指数计算

小鼠禁食12h后摘除眼球,眼眶采血,血液于3000 r/min离心5 min得到血清,当天用试剂盒法测定TG、TC、HDL-C、LDL-C含量。按下式计算动脉硬化指数。

$$\text{动脉硬化指数}(AI) = \frac{\text{TC含量} - \text{HDL-C含量}}{\text{HDL-C含量}}$$

#### 1.2.4 小鼠肝脏系数测定

小鼠取血后,随即引颈处死,立即取出肝脏,用生理盐水清洗,滤纸吸去多余水分并称重,按下式计算肝脏系数。

$$\text{肝脏系数} = \frac{\text{肝脏质量}}{\text{体重}} \times 100\%$$

#### 1.2.5 数据处理

采用Excel软件处理实验数据,以“ $\bar{x} \pm s$ ”表示结果,组间差异性采用 $t$ 检验,显著水平取 $\alpha = 0.05$ 。

## 2 结果与分析

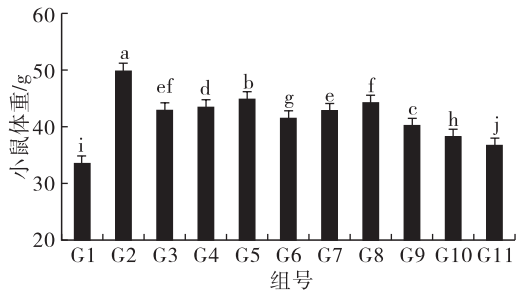
### 2.1 核桃油亚麻酸纯度

经测定,采用本实验室分离纯化方法得到的核桃油亚麻酸含量较高,由9.8%提高到97.2%。

### 2.2 核桃油亚麻酸对小鼠体重的影响(见图1)

实验开始时各组间小鼠体重无显著差异( $p > 0.05$ )。由图1可以看出,在给小鼠连续灌胃30d不同剂量的花生油、核桃油、亚麻酸后,与高脂模型组相比,小鼠的体重均显著降低( $p < 0.05$ )。高脂模型组小鼠体重显著高于空白对照组( $p < 0.05$ )。

在不同剂量花生油与核桃油中,高剂量组小鼠体重高于中、低剂量组的( $p < 0.05$ )。不同剂量亚麻酸组中,高剂量组小鼠体重则显著低于中、低剂量组的( $p < 0.05$ )。亚麻酸组降低小鼠体重更为显著。

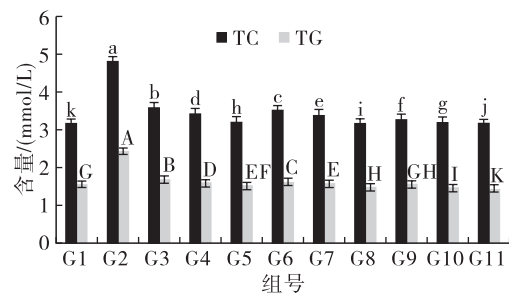


注:图中不同小写字母表示组间存在显著性差异( $p < 0.05$ ),下同。

图1 不同剂量花生油、核桃油、亚麻酸对小鼠体重的影响

## 2.3 核桃油亚麻酸对小鼠血脂的影响

### 2.3.1 对血清中TC及TG的影响(见图2)



注:图中不同大写字母表示组间存在显著性差异( $p < 0.05$ ),下同。

图2 不同剂量花生油、核桃油、亚麻酸对TC与TG的影响

由图2可以看出,高脂模型组与空白对照组相比,小鼠血清TC、TG水平显著升高( $p < 0.05$ )。在灌胃30 d后,不同剂量组小鼠体内血清TC、TG水平均显著低于高脂模型组( $p < 0.05$ )。且高剂量组的核桃油、花生油与中、低剂量组差异显著( $p < 0.05$ )。亚麻酸降低小鼠血清TC、TG水平能力更高,亚麻酸高剂量组与对应的中、低剂量组相比差异显著( $p < 0.05$ )。说明不同剂量的核桃油、花生油、亚麻酸均可有效降低小鼠血清TC、TG水平,以亚麻酸降低能力更优。

### 2.3.2 对血清中HDL-C和LDL-C的影响(见图3)

由图3可以看出,与空白对照组比较,小鼠灌胃30 d后,高脂模型组小鼠HDL-C显著降低( $p < 0.05$ ),LDL-C显著升高( $p < 0.05$ )。花生油、核桃油、亚麻酸组小鼠血清HDL-C水平均高于高脂模型组,而LDL-C水平低于高脂模型组,以亚麻酸最好,核桃油次之。在亚麻酸组中,随着灌胃剂量的增

加,HDL-C水平呈显著升高趋势,LDL-C水平呈显著降低趋势。

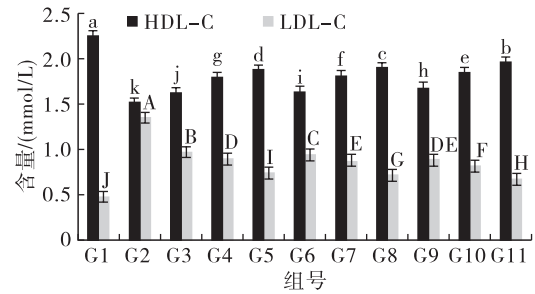


图3 不同剂量花生油、核桃油、亚麻酸对HDL-C和LDL-C的影响

### 2.3.3 对动脉硬化指数的影响(见图4)

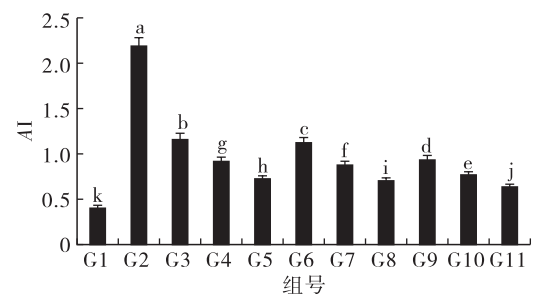


图4 不同剂量花生油、核桃油、亚麻酸对动脉硬化指数的影响

由图4可以看出,小鼠灌胃30 d后,高脂模型组和空白对照组相比小鼠动脉硬化指数显著升高( $p < 0.05$ ),表明模型建造成功。不同剂量组与高脂模型组相比差异显著( $p < 0.05$ ),说明不同剂量的花生油、核桃油、亚麻酸均显著降低小鼠患高脂血症的可能性。不同剂量的亚麻酸组,小鼠动脉硬化指数比花生油、核桃油下降更显著。结果表明,核桃油亚麻酸具有降低高脂小鼠动脉粥样硬化危险性的作用。

### 2.4 核桃油亚麻酸对小鼠肝脏的影响(见图5)

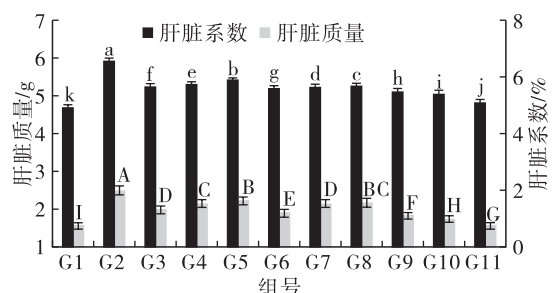


图5 不同剂量花生油、核桃油、亚麻酸对小鼠肝脏质量与肝脏系数的影响

由图5可以看出,灌胃30 d与空白对照组相比,高脂模型组及不同剂量组的花生油、核桃油、亚麻酸组小鼠肝脏质量和肝脏系数均有显著差异( $p < 0.05$ )。与高脂模型组比较,不同花生油、核桃油、亚麻酸剂量组的小鼠肝脏质量与肝脏系数均显

著降低( $p < 0.05$ ),且中、低剂量组的花生油与核桃油对于降低小鼠肝脏质量和肝脏系数的影响显著高于高剂量组。随着亚麻酸剂量的增加,小鼠肝脏质量和肝脏系数呈显著降低趋势。由此可知,不同剂量的核桃油、花生油、亚麻酸均可显著降低高脂小鼠体内肝脏质量与肝脏系数,以亚麻酸作用更为显著。

### 3 结论

采用本实验法制备的纯度为97.2%的核桃油亚麻酸对高脂小鼠连续灌胃30 d,测定小鼠血脂和肝脏指标。结果发现:核桃油亚麻酸可显著降低小鼠血液中动脉硬化指数、甘油三酯(TG)、总胆固醇(TC)、低密度脂蛋白胆固醇(LDL-C)含量,提高血液高密度脂蛋白胆固醇(HDL-C)含量,防治小鼠高脂血症和动脉粥样硬化作用显著,且效果优于花生油和核桃油。

### 参考文献:

- [1] 戚登斐,张润光,韩海涛,等. 核桃油中亚油酸分离纯化技术研究及其降血脂功能评价[J]. 中国油脂,2019,44(2):104-108.
- [2] 潘学军,张文娥,刘伟,等. 贵州核桃种仁脂肪酸和氨基酸含量分析[J]. 西南农业学报,2010,23(2):497-501.
- [3] HENNEBELLE M, CHAMPEIL - POTOKAR G, LAVI-

ALLE M, et al. *Omega*-3 polyunsaturated fatty acids and chronic stress - induced modulations of glutamatergic neurotransmission in the hippocampus[J]. Nutr Res,2014, 72(2):99-112.

- [4] 曾思敏. 多不饱和脂肪酸及其联合5-FU影响胃癌细胞生长的细胞生物学研究[D]. 杭州:浙江大学. 2014.
- [5] 刘志国,王丽梅,王华林,等. 多不饱和脂肪酸对大脑功能影响研究进展[J]. 食品科学,2015,36(21):284-290.
- [6] 继成.  $\alpha$ -亚麻酸绿色保健食品[J]. 中国制药信息,2006,22(10):14-17.
- [7] ZHAO F L, WU Z Y, HOU Y, et al. Efficacy of blackcurrant oil soft capsule, a Chinese herbal drug, in hyperlipidemia treatment[J]. Phytother Res,2010,24(2):209-213.
- [8] LI H J, SONG C L, ZHOU H M, et al. Optimization of the aqueous enzymatic extraction of wheat germ oil using response surface methodology[J]. J Am Oil Chem Soc,2011,88:809-817.
- [9] 张卫民,翟元春,杨红军,等. 硝酸银-硅胶柱层析法分离纯化核桃油中亚麻酸工艺研究[J]. 食品工业科技,2015,36(10):229-232.
- [10] 彭一凡,张欣,李焘,等. 七叶一枝花提取物对小鼠的止血作用[J]. 陕西师范大学学报(自然科学版),2019,47(4):97-101.

### · 广告 ·

## 《中国油脂》杂志社专业书籍目录

1007 崔洪斌主编《大豆生物活性物质的开发与应用》30.00	1033 卢行芳、卢荣编《天然磷脂产品的加工及利用》40.00
1012 何东平主编《浓香花生油制取技术》30.00	1035 油菜籽标准 12.00
1013 李里特等主编《功能性大豆食品》30.00	1036 刘珍主编《化验员读本:化学分析》(上册)第4版 30.00
1014 1998~2012年《中国油脂》合订本 200.00/年	1037 刘珍主编《化验员读本:仪器分析》(下册)第4版 40.00
1015 20世纪《中国油脂》CD光盘(1976~2002年)600.00	1038 王存文等编《生物柴油制备技术及实例》37.00
1017 李里特主编《大豆加工与利用》35.00	1039 黄凤洪主编《生物柴油制造技术》34.00
1021 陈洁主编《油脂化学》23.00	1040 倪培德等编《油料加工与操作技术问答》78.00
1022 刘玉兰主编《油脂工厂物料输送》45.00	1043 王兴国主编《食用油精准适度加工理论与实践》60.00
1024 8种食用油国标(大豆油、菜籽油、花生油、棉籽油等)65.00	1044 韩丽华主编《油脂工厂设计》35.00
1025 浸出油厂防火安全规范(全套)30.00	1045 王兴国译《贝雷油脂化学与工艺学》第六版(6卷)720.00
1026 中国油脂工业发展史 45.00	1047 吴德荣主编《化工工艺设计手册》(上)210.00
1027 李桂华主编《油料油脂检验与分析》40.00	1048 吴德荣主编《化工工艺设计手册》(下)170.00
1028 何东平主编《油脂精炼与加工工艺学》(第2版)50.00	1049 王静等主编《粮油食品质量安全检测技术》45.00
1031 李全宏主编《植物油脂制品安全生产与品质控制》35.00	1050 何东平等主编《油脂工厂综合利用》52.00
1032 梁少华主编《植物油料资源综合利用》58.00	1051 刘大川等编《植物蛋白工艺学》60.00

邮购地址: 陕西省西安市劳动路118号

收款人: 《中国油脂》杂志社 潘亚萍

订购热线: 029-88631255

传真: 029-88625310

邮编: 710082