

核桃油生物活性研究进展

缪福俊,耿树香,肖良俊,张艳丽,潘莉,徐田,宁德鲁

(云南省林业和草原科学院,昆明 650204)

摘要:核桃油具有良好的脂肪酸组成(亚麻酸与亚油酸的比例接近1:4),并富含生育酚、甾醇、磷脂等多种活性物质,具有较高的食用及营养价值。核桃油具有抗氧化、抗炎、抗肿瘤、预防心脑血管疾病等多种生物活性。综述了核桃油的生物活性,为其综合开发利用提供科学依据。

关键词:核桃油;脂肪酸组成;生物活性;研究进展

中图分类号:TS225.1;TS201.4 **文献标识码:**A **文章编号:**1003-7969(2021)06-0085-04

Progress on bioactivity of walnut oil

MIAO Fujun, GENG Shuxiang, XIAO Liangjun, ZHANG Yanli,

PAN Li, XU Tian, NING Delu

(Yunnan Academy of Forestry and Grassland, Kunming 650204, China)

Abstract: Walnut oil has good fatty acid composition (ratio of linolenic acid to linoleic acid is close to 1:4), and is rich in tocopherol, sterol, phospholipid and other active substances, so it has high edible and nutritional value. The biological activities of walnut oil such as antioxidation, anti-inflammatory, anti-tumor, cardiovascular disease prevention, etc were reviewed in order to provide scientific basis for its comprehensive development and utilization.

Key words: walnut oil; fatty acid composition; bioactivity; research progress

核桃(*Juglans* spp.)是胡桃科胡桃属植物,为世界四大干果之一。核桃是一种集脂肪、蛋白质、糖类、膳食纤维、维生素五大营养要素于一体的药食两用坚果,已广泛用于传统医学中,具有延年益寿、健脑益智等功效^[1-2]。目前,我国核桃的种植面积及产量位居世界之首,主要分布在云南、新疆、河北、陕西等省(区)^[3]。

核桃油具有核桃仁大部分的营养保健及药理功效成分,目前市场上主要以婴儿和孕妇用油为主^[4]。近年来,核桃油的多种药理功效不断被研究报告,有利于推动核桃油向天然药品方向的发展^[5]。研究表明,核桃油富含多不饱和脂肪酸、生育酚、磷脂、角鲨烯、黄酮类等物质,具有抗氧化、抗炎、降胆固醇、抗癌、健脑等多种活性^[6-7]。因此,本

文对核桃油的生物活性进行综述,旨在为核桃油在机体健康及疾病预防治疗方面的应用提供新的思路,为后期相关产品的加工提供科学依据。

1 核桃油概述

1.1 核桃油脂肪酸组成

核桃油中不饱和脂肪酸含量高达90%,以亚油酸(LA, 46.9%~68.6%)、亚麻酸(ALA, 6.9%~17.6%)、油酸(10.0%~25%)为主^[8]。其中,ALA与LA均为人体必需脂肪酸,比例接近1:4,具有健脑、调节激素、抗炎、维持肠道健康等功效^[9],在临床上具有很好的应用前景。

1.2 核桃油中的活性物质

核桃油中含有多种活性成分^[6]。生育酚是机体内各种生物膜的强大“保护神”,核桃油中生育酚以 α -生育酚(167 mg/kg)、 β -生育酚(107.0 mg/kg)、 γ -生育酚(306.0 mg/kg)和 δ -生育酚(54.2 mg/kg)为主,其中 γ -生育酚含量最高;甾醇具有较强的抗炎作用,核桃油中甾醇化合物主要以菜油甾醇(83.2 mg/100 g)、豆甾醇(196.0 mg/100 g)、 β -谷甾醇(104.0 mg/100 g)和D5-燕

收稿日期:2020-07-12;修回日期:2020-07-28

基金项目:云南省重大科技专项(2018ZG003)

作者简介:缪福俊(1986),男,助理研究员,博士,主要从事食品资源与营养工程研究(E-mail)miaofujun@yeah.net。

通信作者:宁德鲁,研究员,硕士(E-mail)ningdelu@163.com。

麦甾烯醇(62.0 mg/100 g)为主,其中豆甾醇含量最高;角鲨烯具有促进血液循环、活化机能细胞、调节免疫等功能,核桃油中角鲨烯含量为5.2 mg/kg;植物多酚类物质及黄酮类化合物具有广泛的生理作用,如抗炎、增强人体免疫力、抗氧化、延缓衰老等功效,核桃油中多酚含量为64.6 mg/kg,黄酮含量为0.27%;核桃油中胡萝卜素含量为0.42%;磷脂是大脑和神经细胞必不可少的成分,核桃油中磷脂含量为0.03%^[10-11]。

2 核桃油生物活性

2.1 预防心脑血管疾病

核桃油对机体心脑血管相关疾病具有显著的预防作用,主要是通过降低机体的血脂、胆固醇、低密度蛋白胆固醇等含量,抑制血小板凝聚和血栓形成,从而防止动脉粥样硬化及其并发症发生。从核桃油中分离纯化的亚油酸具有降低高脂小鼠血清总胆固醇和甘油三酯水平,提高血液高密度脂蛋白胆固醇水平,降低低密度脂蛋白胆固醇水平及动脉硬化指数的能力^[12]。Zibaenezhad等^[13-14]研究表明,食用核桃油可以显著降低2型糖尿病患者的总胆固醇、甘油三酯、低密度脂蛋白胆固醇与高密度脂蛋白胆固醇比率。Mohammad等^[15]研究表明,食用核桃油可以维持2型糖尿病患者的血糖水平,并减轻高胆固醇血症人群的炎症反应。此外,核桃油还可通过激活法尼酯X受体(farnesoid X receptor, FXR)抑制巨噬细胞源性泡沫细胞中硬脂酰辅酶A去饱和酶1(stearoyl-CoA desaturase 1, SCD1)的表达,从而实现胆固醇的外流,减轻动脉粥样硬化^[16]。

2.2 抗氧化

氧化应激是造成动物机体组织和器官损伤的主要原因之一,大量研究证实核桃油通过提高机体内相关抗氧化酶活性发挥显著的抗氧化能力^[17]。范学辉等^[18]研究表明,核桃油可显著提高小鼠肝和脑组织中超氧化物歧化酶(SOD)、过氧化氢酶(CAT)和谷胱甘肽过氧化物酶(GSH-Px)活力。Zhao等^[19]研究表明,核桃油可以增强衰老小鼠血清、肝脏和大脑组织中总抗氧化能力(T-AOC)、SOD和GSH-Px活性,并通过上调血红素加氧酶-1(HO-1)的表达进而下调诱导型一氧化氮合酶(iNOS)的表达,减轻氧化应激引起的病理损伤。陈默然等^[20]研究表明,核桃油通过提高机体抗氧化能力,进一步调节凋亡相关蛋白Bcl-2、Bax等的表达水平,对去卵巢大鼠海马细胞具有保护作用。Xu等^[21]研究表明,核桃油可以抑制衰老小鼠脂质过氧

化物的生成,有效清除自由基,并以剂量依赖的方式显著提高机体的抗氧化能力。

2.3 抗炎

核桃油通过提高机体抗氧化能力并降低机体中炎症因子的表达水平发挥抗炎活性。Willis等^[22]研究表明,核桃油主要通过活化磷脂酶D₂(PLD₂)降低小胶质细胞BV-2中肿瘤坏死因子 α (TNF- α)的表达水平,从而提高细胞的抗炎能力。Yolanda等^[23]研究表明,核桃油可降低机体外周血单核细胞中炎症因子TNF- α 和白细胞介素-6(IL-6)mRNA的表达水平,起到保护细胞的作用。此外,核桃油还对机体肝脏损伤具有保护作用,当亚麻酸进入体内转化后会增加肝脏中的EPA和DHA水平,参与抗炎活性^[24]。金晟等^[25]研究表明,核桃油通过增强大鼠肝脏中抗氧化酶活性,降低肝脏中丙氨酸氨基转移酶和天冬氨酸氨基转移酶活性对四氯化碳诱导的大鼠急性肝损伤、东莨菪碱诱导的小鼠记忆损伤等具有保护作用。核桃油还对肥胖等引起的非酒精性脂肪肝具有保护作用^[26]。

2.4 抗肿瘤

恶性肿瘤是全世界主要的慢性退行性疾病之一,近年来诸多研究表明核桃油通过抑制癌细胞核转录因子(NF- κ B)表达、细胞周期等发挥抗肿瘤作用。Batirel等^[27]研究表明,核桃油可以诱导食管癌细胞OE19在G0/G1期出现坏死和细胞积累,并通过抑制NF- κ B的表达,降低食管癌细胞的活力及其转移能力而发挥抗癌作用。Kim等^[28]研究表明,核桃油可以通过抑制前列腺肿瘤细胞中胰岛素样生长因子-1(IGF-1)和环氧化酶2(COX-2)mRNA的表达水平发挥抗癌作用。此外,核桃油通过降解口腔癌细胞DNA发挥抗癌作用^[29]。

2.5 健脑

核桃油的健脑活性可能与其富含的亚麻酸和亚油酸相关,亚麻酸进入体内后的代谢产物EPA、DHA具有强大的抗氧化、抗神经炎症、改善脑部血流等活性^[30]。王鸿飞等^[31]研究表明,食用核桃油可以增强小鼠空间记忆保持能力及空间定位的准确性。Liao等^[32]研究表明,核桃油可以抑制东莨菪碱诱导的小鼠脑中乙酰胆碱酯酶活性及海马CA1和CA3区神经元的组织学改变,增加胆碱乙酰转移酶的活性,从而改善小鼠的记忆障碍。Wang等^[33]研究表明,核桃油通过增加大鼠海马神经元细胞中酸性敏感性离子通道Asic2a、Asic4 mRNA和蛋白水平改善学习和记忆。

2.6 保护肠道

核桃油具有良好的脂肪酸组成,摄入 $n-3/n-6$ 较高比率的多不饱和脂肪酸对炎症性肠病具有明显的预防作用^[34]。Bartoszek 等^[35] 研究表明,核桃油能减轻葡聚糖硫酸钠诱导的小鼠肠道炎症反应,并恢复肠道屏障功能。核桃油中多酚类化合物主要为鞣质、黄酮类和酚酸,核桃鞣花单宁主要为长梗马兜铃素,是没食子酸的二聚衍生物,在体内首先在胃部代谢为鞣花酸,然后经肠道微生物菌群代谢为尿石素 A 和尿石素 B^[36],可增强肠道的免疫、抗氧化、抗炎等功能^[37]。尿石素在机体内可抑制相关炎症因子的表达而减轻炎症反应,如 NF- κ B、诱导型 iNOS、TNF- α 、IL-1 β 等^[38]。

2.7 调节激素水平

前列腺素是存在于动物和人体中的一类由不饱和脂肪酸组成,具有多种生理作用的活性物质^[39]。核桃油中富含的亚油酸和亚麻酸,是机体合成前列腺素的必需物质^[40]。核桃油可减轻亚硝酸盐诱导的大鼠睾丸毒性,并促进精子的形成^[41]。核桃油还可通过影响垂体-睾丸轴提高血浆睾酮水平^[42]。

3 结束语

核桃油富含不饱和脂肪酸,其中亚麻酸与亚油酸比例接近 1:4,而且富含生育酚、甾醇、磷脂等多种活性成分,赋予了核桃油显著的预防心脑血管疾病、抗氧化、抗炎、抗肿瘤等活性。然而,目前核桃油功能的相关研究主要集中于实验室阶段,在市场上主要以婴儿和孕妇用油为主,其他相关的核桃油产品较少。随着核桃油的多种生物活性及机理研究的深入,为其相关功能性产品的研发奠定了理论基础。下一步应重点研发适用于相关疾病的预防或辅助治疗的核桃油产品,以提高其安全效益比。

参考文献:

[1] HAYES D, ANGOVE M J, TUCCI J, et al. Walnuts (*Juglans regia*) chemical composition and research in human health[J]. Crit Rev Food Sci Nutr, 2016, 56(8): 1231-1241.

[2] 易善军. 世界核桃生产概况及中国核桃提升策略[J]. 四川林业科技, 2017, 38(5): 105-108.

[3] 傅本重, 邹路路, 朱洁倩, 等. 中国核桃生产现状与发展思路[J]. 江苏农业科学, 2018, 46(18): 13-16.

[4] TSAMOURIS G, HATZIANTONIOU S, DEMETZOS C. Lipid analysis of greek walnut oil (*Juglans regia* L.) [J]. Zeitschrift Fur Naturforschung Section C, 2002, 57(1): 51-56.

[5] 赵声兰, 陈朝银, 葛锋, 等. 核桃油功效成分研究进展

[J]. 云南中医学院学报, 2010, 33(6): 71-74.

[6] OZCAN M M, IMAN C, ARSLAN D. Physicochemical properties, fatty acid and mineral content of some walnuts (*Juglans regia* L.) types [J]. Agric Sci, 2010, 1(2): 62-67.

[7] GRIEL A E, KRIS-ETHERTON P M. Tree nuts and the lipid profile: a review of clinical studies [J]. Brit J Nutr, 2006, 96: 68-78.

[8] LUCA P, CLAUDIO F, CRISTINA C, et al. Kernel oil content and oil composition in walnut (*Juglans regia* L.) accessions from North-Eastern Italy [J]. J Sci Food Agric, 2018, 98: 955-962.

[9] 王克建, 郝艳宾, 齐建勋. 核桃油研究进展 [J]. 食品科学, 2004, 45(11): 364-367.

[10] CZAPLICKI S, OGRODOWSKA D, DEREWIAKA D, et al. Bioactive compounds in unsaponifiable fraction of oils from unconventional sources [J]. Eur J Lipid Sci Technol, 2011, 113(12): 1456-1464.

[11] GAO P, LIU R, JIN Q, et al. Comparative study of chemical compositions and antioxidant capacities of oils obtained from two species of walnut: *Juglans regia* and *Juglans sigillata* [J]. Food Chem, 2019, 279: 279-287.

[12] 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.

[13] ZIBAEENEZHAD M J, REZAIEZADEH M, MOWLA A, et al. Antihypertriglyceridemic effect of walnut oil [J]. Angiology, 2003, 54(4): 411-414.

[14] ZIBAEENEZHAD M J, FARHADI P, ATTAR A, et al. Effects of walnut oil on lipid profiles in hyperlipidemic type 2 diabetic patients: a randomized, double-blind, placebo-controlled trial [J]. Nutr Diabetes, 2017, 7(4): 259-263.

[15] MOHAMMAD J Z, KAMRAN A, HOSSEIN H, et al. The effect of walnut oil consumption on blood sugar in patients with diabetes mellitus type 2 [J/OL]. Int J Endocrinol Metab, 2016, 14(3): e34889 [2020-07-12]. <https://dx.doi.org/10.5812/ijem.34889>.

[16] ZHANG J, GRIEGER J A, KRIS-ETHERTON P M, et al. Walnut oil increases cholesterol efflux through inhibition of stearoyl CoA desaturase 1 in THP-1 macrophage-derived foam cells [J]. Nutr Metab, 2011(8): 61-73.

[17] GENCOGLU H, ORHAN C, TUZCU M, et al. Effects of walnut oil on metabolic profile and transcription factors in rats fed high-carbohydrate/-fat diets [J]. J Food Biochem, 2020, 44(7): 13235-13243.

[18] 范学辉, 李建科, 张清安, 等. 核桃油对小鼠体内抗氧化

- 化酶活性及总抗氧化能力的影响[J]. 西北农林科技大学学报(自然科学版), 2004, 32(11): 122 - 124.
- [19] ZHAO H, LI J, ZHAO J, et al. Antioxidant effects of compound walnut oil capsule in mice aging model induced by *D* - galactose[J]. Food Nutr Res, 2018, 62: 1371 - 1380.
- [20] 陈默然, 沈楠, 雷钧涛, 等. 野生山核桃油对去卵巢大鼠抗氧化能力与海马细胞凋亡的影响[J]. 食品科学, 2011, 32(9): 272 - 275.
- [21] XU H, BAO Y, LIU F, et al. Effect of oil from *Juglans mandshurica* grown in northeast china on antioxidant abilities in *d* - galactose - induced aging mice[J]. Food Sci, 2012, 33(7): 266 - 269.
- [22] WILLIS L M, BIELINSKI D F, FISHER D R, et al. Walnut extract inhibits LPS - induced activation of BV - 2 microglia via internalization of TLR4: possible involvement of phospholipase D₂ [J]. Inflammation, 2010, 33(5): 325 - 333.
- [23] YOLANDA J G, JOSÉL M, LIUS M, et al. Olive oil and walnut breakfasts reduce the postprandial inflammatory response in mononuclear cells compared with a butter breakfast in healthy men[J]. Atherosclerosis, 2009, 204(2): 70 - 76.
- [24] SIJIBEN J W, CALDER P C. Differential immunomodulation with long - chain *n* - 3 PUFA in health and chronic disease[J]. Proc Nutr Soc, 2007, 66: 237 - 259.
- [25] 金晟, 郑昌吉, 郑明昱. 山核桃油对四氯化碳诱导的大鼠急性肝损伤的影响[J]. 延边大学医学学报, 2013, 36(3): 177 - 179.
- [26] FINK A, RÜFER C E, GRANDOIS J, et al. Dietary walnut oil modulates liver steatosis in the obese Zucker rat [J]. Eur J Nutr, 2014, 53(2): 645 - 660.
- [27] BATIREL S, YILMAZ A M, SAHIN A, et al. Antitumor and antimetastatic effects of walnut oil in esophageal adenocarcinoma cells [J]. Clin Nutr, 2018, 37(6): 2166 - 2171.
- [28] KIM H, YOKOYAMA W, DAVIS P A. TRAMP prostate tumor growth is slowed by walnut diets through altered IGF - 1 levels, energy pathways, and cholesterol metabolism[J]. J Med Food, 2014, 17(12): 1281 - 1286.
- [29] INDUJA M P, GAYATHRI R, VISHNUPRIYA V. Cytotoxicity of walnut oil on oral cancer cell lines[J]. Int J Cur Adv Res, 2017, 6(4): 3175 - 3176.
- [30] WILLIS L M, SHUKITT - HALE B, JOSEPH J A. Modulation of cognition and behavior in aged animals: role for antioxidant - and essential fatty acid - rich plant foods [J]. Am J Clin Nutr, 2009, 89(5): 1602 - 1606.
- [31] 王鸿飞, 徐超, 周明亮, 等. 山核桃油改善小鼠记忆功能的研究[J]. 中国粮油学报, 2012, 27(7): 63 - 66.
- [32] LIAO J, NAI Y, FENG L, et al. Walnut oil prevents scopolamine - induced memory dysfunction in a mouse model[J]. Molecules, 2020, 25(7): 1630 - 1640.
- [33] WANG L M, YI Y, YAO Y L, et al. Walnut oil improves spatial memory in rats and increases the expression of acid - sensing ion channel genes *Asic2a* and *Asic4* [J]. Food Sci Nutr, 2018, 7(1): 293 - 301.
- [34] ANANTHAKRISHNAN A, KHALILI H, SONG M, et al. Genetic polymorphisms in fatty acid metabolism modify the association between dietary *n*3 : *n*6 intake and risk of ulcerative colitis [J]. Inflamm Bowel Dis, 2017, 23(11): 1898 - 1904.
- [35] BARTOSZEK A, MAKARO A, BARTOSZEK A, et al. Walnut oil alleviates intestinal inflammation and restores intestinal barrier function in mice[J]. Nutrients, 2020, 12(5): 1302 - 1320.
- [36] CLAUDIA S G, MARIA I P. Health benefits of walnut polyphenols; an exploration beyond their lipid profile[J]. Crit Rev Food Sci Nutr, 2017, 57(16): 3373 - 3383.
- [37] REGUEIRO J, SÁNCHEZ - GONZÁLEZ C, VALLVERD Ú - QUERALT A, et al. Comprehensive identification of walnut polyphenols by liquid chromatography coupled to linear ion trap - orbitrap mass spectrometry [J]. Food Chem, 2014, 152: 340 - 348.
- [38] EI - SHITANY N A, EI - BASTAWISSY E A, EI - DESOKY K. Ellagic acid protects against carrageenan - induced acute inflammation through inhibition of nuclear factor kappa B, inducible cyclooxygenase and proinflammatory cytokines and enhancement of interleukin - 10 via an antioxidant mechanism [J]. Int Immun Pharmacol, 2014, 19(2): 290 - 299.
- [39] 葛渊源, 蔡正艳, 周伟澄. 前列腺素类药物全合成的研究进展[J]. 中国医药工业杂志, 2013(7): 720 - 728.
- [40] TAVAKOLI D A, KIMIAGAR S M, VELAEI N P. Walnut effect on serum lipids in postmenopausal women [J]. J Mazandaran Univ Med Sci, 2005, 14(44): 21 - 32.
- [41] ADELAKUN S A, UKWENYA V O, OGUNLADE B S, et al. Nitrite - induced testicular toxicity in rats; therapeutic potential of walnut oil [J]. JBRA Assist Reprod, 2018, 23(1): 15 - 23.
- [42] BOSTANI M, AQABABA H, HOSSEINI S E, et al. A study on the effects of walnut oil on plasma levels of testosterone pre and post puberty in male rats [J]. Am J Ethnomed, 2014, 1(4): 266 - 275.