

# Enhancing the Health Function of Rapeseed Oil by Improving Linolenic Acid Content in Rapeseed Seeds

Dianrong Li\*, Yaowen Zhang, Wenxue Zhang, Wenjie Chen, Jian Kong

Hybrid Rapeseed Research Center of Shaanxi Province, Shaanxi Rapeseed Branch of National Rapeseed Genetic Improvement Center in Shaanxi, Yangling Shaanxi  
Email: [lidianrong@126.com](mailto:lidianrong@126.com)

Received: Oct. 25<sup>th</sup>, 2019; accepted: Nov. 6<sup>th</sup>, 2019; published: Nov. 13<sup>th</sup>, 2019

## Abstract

Insufficient intake of linolenic acid is one of the main reasons for the increase of incidence of sub-health and chronic diseases (cardia-cerebrovascular diseases) and has become the current residents of China's "nutritional deficiencies". It is feasible way to supplement linolenic acid by improving fatty acid composition of edible oil. Rapeseed oil is an important source of edible oil and also one of the three common vegetable oils (rapeseed oil, soybean oil and flax oil) that rich in linolenic acid. Further increasing linolenic acid content in rapeseed is of great significance to improve national health. The necessity, importance and feasibility of increasing linolenic acid content in rapeseed were discussed in this paper, and the idea for rapeseed breeding with high linolenic acid was put forward in order to accelerate its development.

## Keywords

Linolenic Acid Content, Nutritional Deficiencies (Nutrient Short Slab), National Health, Functional Rapeseed Oil

# 提高油菜亚麻酸含量，增强菜籽油健康功能

李殿荣\*, 张耀文, 张文学, 陈文杰, 孔建

陕西省杂交油菜研究中心, 国家油料作物改良中心陕西油菜分中心, 陕西 杨凌  
Email: [lidianrong@126.com](mailto:lidianrong@126.com)

收稿日期: 2019年10月25日; 录用日期: 2019年11月6日; 发布日期: 2019年11月13日

## 摘要

亚麻酸摄入不足是亚健康、慢性病(如心脑血管疾病等)发病率上升的主要原因之一, 已成为当前我国居  
\*通讯作者。

民的“营养短板”。通过改善食用油的脂肪酸构成来补充亚麻酸是一条可行途径。菜籽油是我国居民的主要食用油源，也是富含亚麻酸的三种常用植物油(菜籽油、大豆油、亚麻油)之一，进一步提高油菜亚麻酸含量对提高国民健康水平具有重要意义。本文主要论述了提高油菜亚麻酸含量的必要性、重要性和可行性，并提出了高亚麻酸育种的设想，以期加速它的发展。

## 关键词

亚麻酸含量，营养短板，国民健康，功能型菜籽油

Copyright © 2019 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

## 1. 引言

菜籽油在我国居民食用植物油中占有重要地位，它不但以其优良的食用品质赢得了营养学家和消费者的青睐，而且也因在作物轮作中的地位、作用和效益受到种植者的欢迎。随着科学技术的发展和人民健康认知程度的提高，菜籽油越来越显示出它的营养价值。目前，它是国产植物油中第一大油源，占国产植物油的55%以上[1]，菜籽油中的亚麻酸含量在很大程度上决定着它的营养价值。本文主要论述提高油菜中亚麻酸含量的必要性、重要性和可行性，以期加速油菜高亚麻酸育种的进展，使菜籽油成为具有食药同源的功能型健康食用油，进一步提升它的营养价值和经济效益。

## 2. 亚麻酸在人体生理中具有重要作用

$\alpha$ -亚麻酸(ALA) (结构式见图1)是一种主要来源于植物的n-3多不饱和脂肪酸，不能在人体内合成，必须由膳食提供，是人体的必须脂肪酸。对于亚麻酸过去科学家研究较少，认知程度也较低。而近十几年来，随着对亚麻酸研究的深入，改变了人们的看法与作法：首先认识到它是人体必需而自身又不能合成，须从食物中摄取的一种脂肪酸。其作用在于它有调节人体血脂、净化血液、强心护脑的作用。多数研究还认为它能降低三高(高血压、高血脂、高血糖)人群的心脑血管病风险，促进婴幼儿的脑细胞和视力发育等。近期又有研究显示，亚麻酸能抑制癌细胞生长、扩散、增强放化疗功效、防止癌细胞引起的消耗综合症等。亚麻酸能从根本上增强人体对大病、险病的抵御能力和治愈能力，特别是它能综合提高人体体质，预防或减少疾病的发生和发展[3] [4] [5] [6]。所以，它对人体健康起着非常重要的作用。因此，近年来以亚麻酸为主要成分的保健品为越来越多的人所接受。欧米伽3(n-3)脂肪酸，主要指 $\alpha$ -亚麻酸(ALA)以及其进入人体后在脱氢酶和碳链延长酶的作用下，在人体代谢中衍生为二十碳五烯酸(EPA)和二十二碳六烯酸(DHA) (如图2)，EPA和DHA是鱼油的主要成分[6]。所以平衡膳食中n-6/n-3PUFAs对慢性疾病的预防和治疗十分重要，需增强关于膳食中提高n-3脂肪酸并降低n-6脂肪酸，以改善健康的体质[8]。

中国人群膳食中普遍缺乏亚麻酸，日摄入量不足世界卫生组织的推荐量(每人每天1300毫克)的一半，亚麻酸摄入量严重不足是亚健康、慢性病(如心脑血管疾病)发病率上升且呈现低龄化发展趋势的主要原因之一，已成为人体的营养短板[3]。只要食物中 $\alpha$ -亚麻酸供给充足，人体就能生成足量的欧米伽-3脂肪酸，并有效地发挥作用。基于以上原因，2014年6月《中国居民膳食营养素参考摄入量(2013版)》推荐中国居民每天摄入1100~1800毫克 $\alpha$ -亚麻酸[9]。

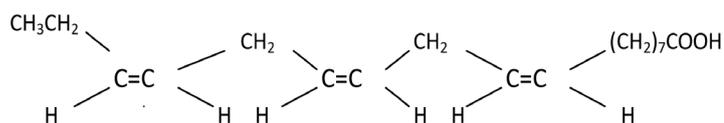


Figure 1. The molecular structure of  $\alpha$ -linolenic acid [2]

图 1.  $\alpha$ -亚麻酸结构式[2]

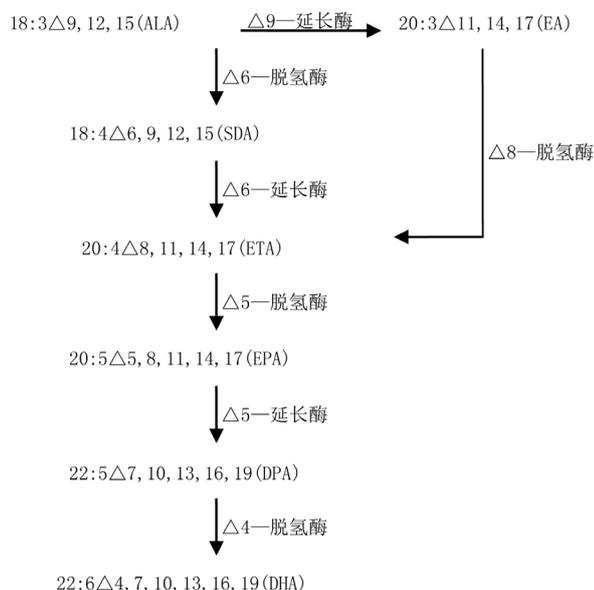


Figure 2. The synthesis pathway of EPA, DHA by linolenic acid in human body [6] [7]

图 2.  $\alpha$ -亚麻酸在人体内合成 EPA、DHA 的途径[6] [7]

### 3. 菜籽油是目前主要食用植物油中的最佳油品

双低菜籽油与橄榄油相比较(见表 1), 脂肪酸组成比较平衡, 特别是不利于人体健康的饱和脂肪酸含量低, 而有益于人体健康的亚麻酸、维生素 E 和甾醇含量高, 表明双低菜籽油的品质优于目前在居民主要食用植物油中号称“液体黄金”的橄榄油; 同时菜籽油价格适合大众消费, 而橄榄油价格昂贵, 只有少数人才能消费得起。

Table 1. Comparison of main nutritional components of rapeseed oil (low erucic acid) and olive oil. Note: Data in the table are from [10] and [11]

表 1. 菜籽油(低芥酸)与橄榄油的主要营养成分比较(%). 注: 表中数据来自参考文献[10] [11]

食用油脂 Edible oil	饱和脂肪酸 (C12~20:0) Saturated fatty acid	油酸 (C18:1) Oleic acid	亚油酸 (C18:2) Linoleic acid	亚麻酸 (C18:3) Linolenic acid	芥酸(C22:1) Erucic acid	维 E (mg/100g 油) Vitamin E	甾醇 (mg/100g 油) Phytosterol
菜籽油 Rapeseed oil	7	63	20.0	9.0	<1.0	68.89	570.16
橄榄油 Olive oil	12.34	79.93	5.81	/	0	22.03	100

### 4. 未来高亚麻酸油菜将是亚麻酸的主要来源

健康理念的增强使得大众对亚麻酸的消费需求大大增加, 但日常食用油中亚麻酸的含量很少; 同时

随着海洋生物资源日益减少和环境污染治理的加强,深海鱼油也随之匮乏,亚麻酸产品价格节节攀升,已成为限制亚麻酸应用的重要因素。所以进一步寻找植物来源的亚麻酸资源日益紧迫。

目前双低菜籽油中含有9%左右的亚麻酸,除豆油中亚麻酸含量为8%左右外,其他大宗食用植物油中大多含量很少或者不含[10]。与大豆相比,油菜单产为1995.15 Kg/hm<sup>2</sup> (2017),而大豆为1853 Kg/hm<sup>2</sup> (2017) [12];油菜含油量高,1吨油菜籽可出油0.35~0.4吨,比进口大豆出油率高75%,甚至100%(即1 hm<sup>2</sup>油菜相当于2 hm<sup>2</sup>大豆的产油量) [13],所以从单位面积上获取的亚麻酸数量,油菜比大豆高一倍以上。EPA和DHA均属长链脂肪酸[6],而油菜的脂肪酸恰好就是长链脂肪酸,比其他短链脂肪酸有一定的优越性,当它进入人体后可为人体提供对长链脂肪酸的需求。

据有关资料预计:一公顷“欧米伽-3”高亚麻酸(Nutriterra)油菜品种,能够提供大约10吨野生捕捞鱼所能提供的“欧米伽-3”的数量[14],同时油菜适应区域广,种植面积大,发展有潜力,菜籽油在我国尤其是长江流域,拥有悠久的消费历史和广泛的消费基础。所以以油菜作为载体生产亚麻酸来补充人体的营养短板,既是可行的途径也是最好地选择,可以缓解和减轻用鱼类生产亚麻酸资源日益匮乏的压力,生产出适合大众消费的亚麻酸产品。

## 5. 特高亚麻酸含量种质的育成为选育高亚麻酸油菜品种奠定了基础

据悉国外一些育种公司利用转基因技术已获得亚麻酸含量20%以上的种质,澳大利亚和美国育成的高亚麻酸油菜品种已释放或将释放。但由于转基因种质(品系),在我国和一些对转基因作物或品种限制比较严格的国家应用起来十分困难。近年来,国内一些油菜育种单位已经育成了一批亚麻酸含量15%左右的(非转基因)甘蓝型油菜种质资源[15] [16] [17],陕西省杂交油菜研究中心在高亚麻酸种质选育中获得了重大突破,已经育成了含量高达21%的优异品系[16] [17],这种种质农艺性状优良,无明显晚熟和严重感病缺陷,为油菜高亚麻酸育种,培育食药同源的功能型油菜新品种提供了重要的种质材料。

## 6. 高亚麻酸菜籽油将提高我国人民的健康水平

菜籽油是我国居民的主要食用植物油[9],提高菜籽油的亚麻酸含量,即将现阶段9%左右的亚麻酸提高到16%甚至更高一些,将会使我国居民摄入亚油酸/亚麻酸的比例从目前的20:1(或更高)的不良比例,趋向于世界卫生组织(WHO)提出的4:1的正常范围[3] [6],更接近1:1到2:1,即 $\omega$ -6/ $\omega$ -3脂肪酸的人体健康目标比率[9] [18]。

考虑到人们食用植物油时,不可能只食用双低菜籽油一种,可能还会食用其他植物油,每人每天如按食用35克油计算,假如一半食用双低菜籽油,即食用菜籽油17.5克,则从油菜油中可摄取2.8克亚麻酸、4.0克亚油酸(菜籽油中的亚麻酸含量暂按育成品种16%计,亚油酸按23%计);其他一半即17.5克植物油中,不含亚麻酸,而只有亚油酸,且亚油酸的含量按38%(目前居民食用的主要植物油中亚油酸含量的大约平均值)计,则亚油酸绝对含量应是6.7克,将二者相加,则在一天中亚油酸与亚麻酸的食用数量分别为10.7克和2.8克,亚油酸与亚麻酸比例为3.8:1,基本符合世界卫生组织(WHO)提出的食用油健康标准(亚油酸与亚麻酸比例小于4:1),以提高我国人民的健康水平。

## 7. 高亚麻酸油菜育种的设想

### 7.1. 加速种质资源创新

通过系统选育、小孢子培养、远缘杂交、分子设计育种等诸多育种方法,拓宽创新种质资源的范围;利用不同生态区穿梭育种,扩大亚麻酸变异的范围,进一步创制具有高亚麻酸含量的优异种质。

## 7.2. 大力开展高亚麻酸油菜育种

在现有优质、高产、高油的基础上,利用常规育种和杂种优势育种等多种途径,大力开展高亚麻酸油菜的新品种选育,选育出高产(油)、优质、高抗以及亚麻酸含量达 15%~20%的油菜新品种,创制食药同源的食用菜籽油,进一步提升油菜的附加值。

## 7.3. 构建保优栽培技术

根据气候、土壤、种植方式、耕作制度等综合因素,制定机械化、轻简化、规模化的农艺技术规程,构建油菜高亚麻酸品种保优高效栽培技术并推广应用。

## 7.4. 高亚麻酸油菜籽加工技术的研究

通过加工工艺和储存技术的改进,最大限度地抑制亚麻酸的挥发;同时,还要充分地保留维生素 E、甾醇、植物多酚等活性功能成分[1],以发挥油菜自身的抗氧化性能。

亚麻酸摄入不足是当前我国居民亚健康、慢性病和大病发病率上升的重要原因之一,也是推进“健康中国建设”的障碍。目前,油菜高亚麻酸育种技术已趋成熟、种质资源基本具备,预计在不久的将来,利用育成的高亚麻酸油菜品种,必将生产出具有多重功能的健康食用油,而自己也将以优质高效促进本身产业的良性发展。

## 基金项目

国家重点研发计划项目(2016YFD0101304);陕西省重点研发计划项目(2018NY-069)。

## 参考文献

- [1] 王汉中. 以新需求为导向的油菜产业发展战略[J]. 中国油料作物学报, 2018, 40(5): 613-617.
- [2] 杨静, 常蕊.  $\alpha$ -亚麻酸的研究进展[J]. 农业工程, 2011, 1(1): 72-76.
- [3] 王文军. 营养短板之不生病的秘密[M]. 武汉: 湖北科学技术出版社, 2014: 5, 8, 15.
- [4] 孙爱芹. 常用植物油营养价值比较[J]. 时代经贸, 2012, 10(20): 27-28.
- [5] 唐传核, 徐建祥, 彭志英. 脂肪酸营养与功能的最新研究[J]. 中国油脂, 2000, 25(6): 20-23.
- [6] 高颀雄, 张坚.  $\alpha$ -亚麻酸体内转化为二十碳五烯酸和二十二碳六烯酸的研究进展[J]. 中国油脂, 2015, 40(9): 27-31.
- [7] 李文宗, 王磊. 长链多不饱和脂肪酸 EPA、DHA 的基因工程研究进展[J]. 生物技术通报, 2016, 32(8): 1-7.
- [8] 段叶辉, 李凤娜, 李丽立, 等. n-6/n-3 多不饱和脂肪酸比例对机体生理功能的调节[J]. 天然产物研究与开发, 2014, 26(4): 626-631+479.
- [9] 中国营养学会. 中国居民膳食营养素参考摄入量(2013 版)[M]. 北京: 中国轻工业出版社, 2014.
- [10] 李殿荣, 陈文杰, 于修竹, 等. 双低菜籽油的保健作用与高含油量优质油菜育种及高效益思考[J]. 中国油料作物学报, 2016, 38(6): 850-854.
- [11] 熊秋芳, 张效明, 文静, 等. 菜籽油与不同食用植物油营养品质的比较——兼论油菜品质的遗传改良[J]. 中国粮油学报, 2014, 29(6): 122-128.
- [12] 国家统计局. 2018. <http://data.stats.gov.cn/easyquery.htm?cn=C01>
- [13] 刘成, 冯中朝, 肖唐华, 等. 我国油菜产业发展现状、潜力及对策[J]. 中国油料作物学报, 2019, 41(4): 485-489.
- [14] <http://cn.agropages.com/News/NewsDetail---16954.htm>, 2018-09-03.
- [15] 练景龙, 任莉锁, 董军刚, 等. 高亚麻酸油菜资源的发现与利用[C]//油料作物专业委员会. 第八次会员代表大会暨学术年会综述与摘要集. 2018: 151.
- [16] 陕西省杂交油菜研究中心. 富含亚麻酸甘蓝型油菜种质创新取得突破[J]. 中国油料作物学报, 2018, 40(5): 639.
- [17] Li, D.R., Zhang, Y.W. and Zhang, W.X. (2019) A Major Breakthrough in the Breeding of *Brassica napus* with High

---

Linolenic acid Content, Which Linolenic Acid Content of Germplasm Resources Exceeding 21% and of Hybrids about 15%. *Journal of Plant Sciences*, **3**, 165-166. <https://doi.org/10.25177/JPS.3.2.SC.583>

- [18] Simopoulos, A.P. (2010) The Omega-6/Omega-3 Fatty Acid Ratio: Health Implications. *Oléagineux, Corps Gras, Lipides*, **17**, 267-275. <https://doi.org/10.1051/ocl.2010.0325>