

反式脂肪酸的危害及其检测方法

赖晓英, 武德银, 伍颀, 褚小菊, 代汉慧, 唐英章

(中国检验检疫科学研究院食品安全研究所, 北京100025)

摘要: 随着美国肯德基停止使用反式脂肪酸决定的公布, 反式脂肪酸又回到了人们的视野。本文对反式脂肪酸问题的始末, 反式脂肪酸的性质、危害、来源, 各国采取的控制措施、检测方法等多方面情况进行了介绍。

关键词: 反式脂肪酸; 危害; 控制措施; 检测方法

中图分类号: TS201.2⁺2; **文献标识码:** A; **文章编号:** 1673-9078(2007)02-0073-04

Hazards and Determination of Trans Fatty Acids

LAI Xiao-ying, WU De-yin, WU Yang, CHU Xiao-ju, DAI Han-hui, TANG Ying-zhang

(Chinese Academy of Inspection and Quarantine, Beijing 100025)

Abstract: Much attention has been paid to the Trans fatty acids (FTA) in recent years, especially after the announcement by KFC that they will stop to use FTA in its products in the USA. In this paper, its characteristic, hazards, origin, determination methods, control strategies, etc., were introduced.

Key words: trans fatty acids (TFA); hazards; control measure; testing methods

2006年10月30日, 美国5500家肯德基加盟店作出“重大决定”, 将在美国所有肯德基连锁店停止使用人造反式脂肪酸。当日晚, 肯德基所属的百胜餐饮集团中国事业部发表声明表示, 中国肯德基使用的是未经氢化的烹饪油, 不含反式脂肪酸(即使有含量也极低)。12月5日, 美国纽约卫生委员会通过法案: 纽约市所有餐厅将不再使用不利于健康的人造反式脂肪酸。一石激起千层浪, 反式脂肪酸又成为人们关注的焦点。

1 反式脂肪酸问题的始末

1990年, 荷兰科学家首先发现反式脂肪酸降低了血清中有益的高密度胆固醇(HDL)的含量而使有害的低密度胆固醇(LDL)增加。

1994年, 美国起酥油及食用油脂协会(Institute of Shortenings & Edible Oils)发表类似报告。随后美国人类营养研究中心的Joseph Judd指出, 反式脂肪酸有导致心血管疾病的危险。美国公共利益科学中心(CSPI)要求美国食品和药物管理局(FDA)将反式脂肪酸予以在列管范围之内。同年, WHO/FAO也多次报导不宜多摄取含反式脂肪酸的食品。

1999年, FDA作出提案, 拟对食品油脂中反式脂肪酸含量进行强制标示。

收稿日期: 2006-11-29

作者简介: 赖晓英, 硕士, 研究方向: 食品安全及农产品加工及贮藏工程

2005年1月, FDA正式出台一项食品包装营养成分标注规定草案, 要求在传统食品和膳食补充品的营养标注中, 标注反式脂肪酸的含量。

2006年2月, 美国对麦当劳薯条启用新的检测方法, 结果显示, 在每份麦当劳薯条中, 反式脂肪酸含量从过去的6g增加到8g。每份麦当劳炸薯条中不利于身体健康的反式脂肪酸比以前增加了1/3。

2006年6月19日, 美国心脏协会发布一项针对反式脂肪酸的指导方针, 规定食品中的反式脂肪酸含量不能超过总卡路里含量的1%。

2006年6月20日, CSPI起诉肯德基, 要求肯德基停止使用含有反式脂肪酸的油或者明确警告消费者所售食品对健康的危害。

2006年10月30日, 美国纽约市卫生部门举行首场公开听证会, 就一项禁止餐馆销售含人造反式脂肪食品的提案征询公众意见。当日, 美国肯德基快餐连锁店称全美5500家肯德基连锁店停止使用人造反式脂肪。晚上10点, 肯德基所属的中国百胜餐饮集团在中国发来紧急声明: 中国肯德基使用的是未经氢化的烹饪油, 不含反式脂肪酸(即使有含量也极低)。

2006年12月5日, 美国纽约卫生委员会通过一项法案, 纽约市所有餐厅将不再使用不利于健康的人造反式脂肪酸, 纽约因此成为全美第一个在餐饮业全面禁止反式脂肪的城市。

2 反式脂肪酸的性质、危害及来源

2.1 反式脂肪酸的性质

FDA 对反式脂肪酸的定义为若脂肪酸中含有不饱和双键,且这些双键是独立的(非共轭),则此类脂肪酸为反式脂肪酸(Trans Fatty Acids, TFA)^[1]。脂肪酸是构成油脂的主要部分,从其碳链单、双键的结构上可分为饱和脂肪酸与不饱和脂肪酸两大类。饱和脂肪酸的碳原子由单键连接,可以自由旋转;而在不饱和脂肪酸中,双键(或多键)的存在限制了双键碳原子的旋转,造成空间异构。带有一个双键的不饱和脂肪酸存在两种形式:“顺式”或 Z 形式,其双键碳原子所连的氢原子在碳链同一侧,碳链以盘旋结构构成空间结构,为顺式脂肪酸(见图 1),空间构象呈弯曲状;“反式”或 E 形式,氢原子在碳链的两侧,碳链以直链形式构成空间结构,成为其几何异构化分子——反式脂肪酸(见图 1),其空间构象成线性,与饱和脂肪酸相似^[2]。由于分子结构的不同,二者的物理性质也有所不同。顺式的脂肪酸的油脂多为液态,熔点较低;而反式的脂肪酸的油脂多为固态或半固态,熔点较高。反式脂肪酸表现的一些特性是介于饱和脂肪酸和顺式脂肪酸之间的^[3]。

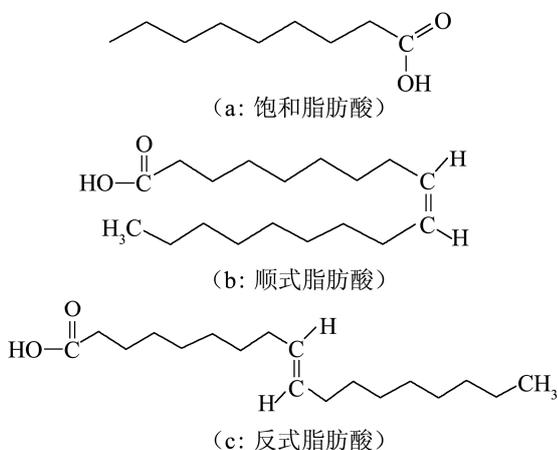


图 1 脂肪酸的构型

2.2 危害

反式脂肪酸是对人体有害的脂肪酸。对反式脂肪酸最初的警觉来自 1990 年荷兰科学家 Rondld Mensink 的一项研究发现:人造奶油中的反式脂肪酸降低了有益的高密度胆固醇(HDL)的含量而使有害的低密度胆固醇(LDL)增加,增加了心血管疾病、心脏病和肥胖病的发生几率,这一发现在国际上引起普遍重视。随后的研究表明:TFA 使胎儿和新生儿比成人更容易患上必需脂肪酸的缺乏症,对中枢神经系统的发育产生不良影响,抑制前列腺素的合成,干扰

婴儿的生长发育;TFA 可能导致肿瘤(乳腺癌等);促成 II 型糖尿病;大量摄取 TFA 的人,认知功能的衰退更快,大量食用反式脂肪酸的老年人,容易引发老年痴呆症^[4];美国最新的研究还表明,TFA 还会减少男性荷尔蒙分泌,对精子产生负面影响,中断精子在身体中的反应,危害男性生殖功能。

2.3 反式脂肪酸的来源

膳食中的 TFA 90%左右是单不饱和脂肪酸,只有一小部分为双烯和多烯不饱和脂肪酸。反式脂肪酸的来源主要有三方面:

2.3.1 油脂的氢化加工

TFA 在自然界中并不存在,而是在人为加工过程中形成的。天然油脂如大豆油、菜籽油,它们脂肪酸的存在形式是顺式结构,但由于它们不饱和程度较高,抗氧化能力差,油脂稳定性不好,需将植物油脂进行部分氢化加工,改善油脂的物化性质。而在油脂的氢化过程,油脂中不饱和的双键转变为单键的同时,则产生了部分异构化的 TFA。其中以反 C18:1 为主,并以反 C18:1^{Δ9}(反油酸)、反 C18:1^{Δ10}和反 C18:1^{Δ11}这 3 种形式为主。

人造黄油、煎炸油、起酥油等均属于氢化油脂,它们中反式脂肪酸含量一般在 5%~45%之间,最高可达 65%^[5]。在美国,人们日常膳食用于烹饪和加工的油脂中 80%~90%的 TFA 源于植物油的氢化。

2.3.2 反刍动物肌肉脂肪及乳脂

在反刍动物(如牛、羊)瘤胃内,TFA 的许多异构体的产生是日粮中多聚不饱和脂肪酸(PUFA)在瘤胃微生物生物氢化作用下产生的。亚油酸和亚麻酸在瘤胃微生物作用下,如果氢化彻底,终产物为硬脂酸。但在瘤胃内,部分中间产物未能经历微生物的进一步生物氢化而经血液循环进入乳腺和肌肉脂肪组织中,这样就产生了 TEA。这类反式脂肪酸的双键位置基本固定,即产物几乎全为反式十八碳单烯酸(Vaccenic acid,反 C18:1^{Δ11})^[6]。反刍动物体脂中反式脂肪酸的含量占总脂肪酸的 4%~11%。

2.3.3 经高温加热处理的植物油:

植物油在精练脱臭工艺中,通常需要 250℃以上高温和 2 h 的加热时间。由于高温及长时间加热,有可能产生一定量的反式脂肪酸。在恒定时间下,温度对异构化作用的大小与油的品种、质量,特别是脱臭塔的设计、制造材料等因素有关。一些反复煎炸食物的油,经历长时间的高温,油中所含的 TFA 也越积越多。

3 各国对 TFA 的控制措施

目前, TFA得到了世界各国较普遍的关注。鉴于TFA存在的潜在危害, 各国对其的控制采取了越来越严厉的措施。

丹麦政府是世界上第一个对食品工业生产 TFA 设立法规进行限制的国家, 也是目前唯一禁售 TFA 超标食品的国家。2003 年 6 月, 它对 TFA 制订了严格的规定, 丹麦市场上任何含 TFA 超过 2% (不含源自动物中的反式脂肪酸) 的油脂都被禁止销售; 从 2003 年 12 月 31 日起, 这个规定扩展到含油脂的食品中。新规定对丹麦本国和外国生产的产品都有效。

1999 年, 美国食品药品监督管理局作出提案, 拟将食品油脂中脂肪酸含量标示予以义务化。2003 年 7 月 9 日, 美国 FDA 正式公布规章: 自 2006 年 1 月 1 日起, 食品营养标签中必须标注产品的饱和脂肪酸含量及 TFA 的含量, 建议每日 TFA 摄取量在每日总摄取能量的 1% 以下。这被认为是美国自 1993 年建立食品营养标签制度以来的一次重大改动^[7]。2004 年 4 月 16 日, 美国 FTC(Federal Trade Commission) 员工针对 FDA 新的营养标签提议增加 TFA 的日价值(DV)的标注。

加拿大 2004 年 11 月成立 TFA 专门工作组对 TFA 替代品的风险和好处进行评估。2005 年 12 月 12 日起, 实施新的食品营养标签, 必须标示出 TFA 的含量, 提出禁止加工食品中含有对健康不利的反式脂肪酸的私人议案, 要求快餐店在餐牌上除列明食品价钱外, 也需标明所含卡路里数量。餐馆也要在餐牌上标明每份食物的 TFA 和钠含量, 让消费者抉择。

德国因为证实了人造奶油与肠道慢性炎症疾患的 Crohn 病的因果关系, 因此限制人造奶油的使用^[8]。

巴西称自 2007 年 7 月 31 日起, 将强制要求在包装食品的营养标签中标注包括饱和脂肪、TFA 和钠含量的信息。

日本“第 6 次改订日本人营养需要量”中, 指出反式脂肪酸增加, 有增加动脉硬化的危险性, 将修订人造奶油脂肪含量的规格基准(80%以上), 而准许生产低脂肪含量涂抹人造奶油。并提醒消费者减少摄取含饱和脂肪酸与反式脂肪酸的油脂食品^[9]。

我国台湾地区对反式脂肪酸在食品中的含量也有限制, 并不定时地对市场上快餐业所使用的 25 种烹饪食品进行抽查检验。

WHO 和 FAO (预防饮食营养及慢性病的 WHO/FAO 合同专门委员会): 为增进心血管系统的健康, 应尽量控制饮食中 TFA 摄取量, 建议其最大摄取量在总能量的 1% 以下。

4 TFA的检测方法

红外吸收光谱法(IR)。红外吸收光谱法是一种使用较早的检测TFA含量的方法, 它能准确测定独立双键的数量。美国官方分析化学协会(AOAC)和国际理论与应用化学联合会(IUPAC)都以此制定过标准, 这两个学会规定的方法不同点在于所采用的基准波长范围不同。该法最大优点是快速方便且不破坏样品, 用以定性检测TFA的存在。缺点是当TFA含量低于1%时不易检出, 如果油脂中含有超过30%不饱和脂肪酸时会影响检测的准确性。后来又发展了傅立叶变换近红外光谱法, 这种方法比IR更方便准确, 可以减少基线漂移所带来的误差, 同时可以通过计算机对数据进行分析^[10]。

气相色谱法(GC)。气相色谱仪是测定反式脂肪酸常用的仪器, 气相分析方法操作比较复杂, 设备也比较昂贵, 但该方法结果比较准确是FDA推荐使用的方法。美国油脂化学家学会(AOCS)所推荐采用的标准方法: 长度为100 m的毛细管柱, 内标物采用C21:0, 填充物为SP2560、CP2Sil 88或BPX-70, 依据出峰的时间来确定脂肪酸的种类及含量^[11]。

银离子色谱法(Ag⁺-TLC)。由于Ag⁺与顺式双键存在微弱的作用力, 而与反式双键不发生作用。因此, 可以用来分析脂肪酸的顺反异构。该方法的缺点是不易区分出反式酸的谱带, 仅可作为粗略的分析, 但是该方法比较简单、便宜, 也有研究价值^[12]。

气相色谱质谱法(GC-MS), 具有宽的检测范围和较高的检测水平, 且不会降解目标分析物。福建出入境检验检疫局技术中心黄杰参考AOAC方法, 采用甲酯化—气相色谱法检测食品中TFA。该方法准确、可靠、简捷, 顺、反式脂肪酸的分离良好; 检出限为9 μg/ml, 线性r=0.998, 相对标准偏差(RSD)=0.73%, 加标回收率为97.4%~101.2%, 可作为检测食品中TFA含量的推广方法^[13]。此外还有毛细管电泳法。

我国对 TEA 的发现、检验相对滞后, 当国外宣布 TFA 的危害及检出限时我国还没有相应的检测标准和方法。但自 TFA 问题曝光以来, 我国对 TFA 表示了极大的关注: 2006 年 2 月 17 日国家粮油质检中心的有关人士表示已开始着手准备关于反式脂肪酸的资料, 考虑进行抽检; 2006 年 5 月, “中国烹调油消费与健康”专题研讨会将《反式脂肪酸与健康》作为一项专题报告进行讨论; 随后, 国家质检总局 2005 重点科研项目食品有害物质——TFA 检测方法研究课题在杭州通过专家鉴定。该课题的完成结束了我国对于

TFA 的含量没有检测方法的被动局面。在此基础上,研究人员还将制定食品中 TFA 检测方法国家标准,预计可在年内发布。相关部门也表示将配合标准的发布,并出台相关政策,以保障消费者的利益,如要求食品生产企业,在标签中明示 TFA 的含量,让消费者根据自身特点,选择是否购买该食品。

目前,一些食品研究机构和食品生产企业也利用各种方法——优化氢化条件、应用酯交换反应、使用高固体脂肪指数的原料油、使用性能强化油^[14],以降低食物中的反式脂肪酸含量。欧洲的联合利华、美国的 Nabisco 及加拿大的一些食品厂家已经开发出零反式不饱和脂肪酸的人造奶油产品上市。相信随着科研人员的不断努力,油脂食品中反式脂肪酸的这个长期困扰食品界和消费者的问题终会有一个更妥善的解决办法。

参考文献

- [1] FDA. Food Labeling: Trans Fatty Acids in Nutrition Labeling [J]. Nutrient Content Claims and Health Claims, 2003(11).
- [2] 张金廷, 倪永全. 脂肪酸及其深加工手册[M]. 北京: 化学工业出版社, 2002. 74-75.
- [3] 左青. 如何限制油脂反式脂肪酸含量和摄入量[J]. 中国油脂, 2004, 29(7): 70.
- [4] 郭桂萍, 王匀. 反式脂肪酸的来源、危害和各国采取的措施[J]. 中国食物与营养, 2005, (11): 58-59.
- [5] 张博成. 欧洲食品安全机构发布反式脂肪酸膳食摄入与健康关系报告[J]. 中国食品学报, 2004, (4): 28.
- [6] Emken E A. Trans fatty acids and coronary heart disease risk: physicochemical properties, intake, and metabolism [J]. Am. J. Clin. Nutr., 1995, (62): 659-669.
- [7] 子婴. 美国要求标注反式脂肪酸含量[J]. 分析与检测, 2004, 193: 117.
- [8] 赵国志, 刘喜亮, 刘智锋. 反式脂肪酸的控制技术[J]. 粮油食品科技, 2006, (3): 14-16.
- [9] 陈翠华. 反式脂肪酸危害人体健康[J]. 中国油脂, 1995, (5): 62.
- [10] 蔡妙颜, 孙凤玲, 袁向华. 食用油脂中的反式脂肪酸[J]. 粮油加工与食品机械, 2004, (11): 51-53.
- [11] Richard Cantrill. AODX trans fatty acid analysis workshop initiates methods revisions [J]. Inform, 2004, 15 (3): 185.
- [12] 徐学兵. 油脂化学[M]. 北京: 中国商业出版社, 1993
- [13] 黄杰. 甲酯化—气相色谱法检测食品中反式脂肪酸[J]. 中国卫生检验杂志, 2005, (9): 9-11
- [14] 杨虎, 阳长敏, 吴雪琴等. 食品中反式脂肪酸的研究[J]. 食品与发酵工业, 2006, (4): 107-110

各种食品认证标志



中国名牌标志



原产地域产品标志



有机食品标志



市场准入标志



安全食品认证标志



国家免检产品标志



保健食品标志



绿色食品标志



绿色环境标志



广州食品放心工程标志