

技术报告 No.2012-002

**中国居民反式脂肪酸
膳食摄入水平及其风险评估**

**RISK ASSESSMENT OF DIETARY TRANS FATTY ACIDS
INTAKE IN CHINESE POPULATION**

国家食品安全风险评估专家委员会

二〇一二年十二月十九日

《中国居民反式脂肪酸膳食摄入水平及其风险评估》

专项工作组

杨杏芬*	教授	广东省疾病预防控制中心（组长）
严卫星*	研究员	国家食品安全风险评估中心
李 宁*	研究员	国家食品安全风险评估中心
杨晓光*	研究员	中国疾病预防控制中心营养与食品安全所
杨月欣	研究员	中国疾病预防控制中心营养与食品安全所
张 坚	研究员	中国疾病预防控制中心营养与食品安全所
徐海滨*	研究员	国家食品安全风险评估中心
李凤琴*	研究员	国家食品安全风险评估中心
王兴国	教授	江南大学
曹 红*	高级工程师	国家食品质量安全监督检验中心
孟素荷*	高级工程师	中国食品科学技术学会
薛长勇*	主任医师	解放军总医院
刘兆平*	研究员	国家食品安全风险评估中心
张 磊	副研究员	国家食品安全风险评估中心
李建文	副研究员	国家食品安全风险评估中心（执行负责人）
刘爱东	副研究员	国家食品安全风险评估中心

工作组秘书处

隋海霞	副研究员	国家食品安全风险评估中心
马 宁	助理研究员	国家食品安全风险评估中心
毛伟峰	助理研究员	国家食品安全风险评估中心
宋 雁	副研究员	国家食品安全风险评估中心
周萍萍	副研究员	国家食品安全风险评估中心
雍 凌	助理研究员	国家食品安全风险评估中心

*: 国家食品安全风险评估专家委员会委员

致 谢

本次评估得到卫生部在经费和数据协调工作等方面给予的大力支持与帮助；中国疾病预防控制中心营养与食品安全所、广东省疾病预防控制中心、北京市疾病预防控制中心、上海市疾病预防控制中心、四川省疾病预防控制中心、陕西省疾病预防控制中心、北京市营养源研究所、江南大学、南昌大学在膳食调查、样品采集、分析测试、检测过程中的质量控制和数据审核方面付出了辛勤劳动；此外，中国疾病预防控制中心营养与食品安全所、北京市营养源研究所、益海嘉里公司、中国焙烤食品糖制品工业协会和江南大学提供了部分食品中反式脂肪酸含量数据。本项目的顺利实施得益于上述部门和单位的大力支持，在此表示由衷的感谢！

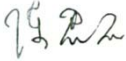
中国居民反式脂肪酸膳食摄入水平及其风险评估

专项工作组

说 明

- 一、 中国居民反式脂肪酸膳食摄入水平及其风险评估项目由国家食品安全风险评估专家委员会提出,受中华人民共和国卫生部食品安全与卫生监督局资助,由国家食品安全风险评估专家委员会秘书处(国家食品安全风险评估中心)组织实施。
- 二、 本报告引用的数据包括:(1)2011年中国5城市反式脂肪酸专项检测数据;(2)中国疾病预防控制中心营养与食品安全所、北京市营养源研究所、益海嘉里公司、中国焙烤食品糖制品工业协会和江南大学提供的部分食品中反式脂肪酸含量数据及品牌销量排名等;(3)2011年北京、广州两市3岁以上人群含反式脂肪酸食物消费典型调查数据;(4)2002年中国居民营养与健康状况调查数据。任何机构和个人未征得数据所有方同意,不得以任何形式转载和利用上述数据。
- 三、 本报告文献引用和数据选择无任何个人和学术偏向性,报告结论是基于现有数据导出,可能与基于其他数据所得出的结论存在一定差异;项目工作组人员与报告评议专家,与报告涉及的内容和结论无利益冲突。
- 四、 本报告未公布之前,未征得国家食品安全风险评估专家委员会同意,不得以任何形式引用。
- 五、 本报告经专家委员会主任委员签字认可后生效。

国家食品安全风险评估专家委员会

主任委员: 

日期: 2012.12.19

目 录

摘要	1
缩 略 语	6
1. 前 言	7
2. 一般背景资料.....	8
2.1 TFA 的来源、组成及含量.....	8
2.2 吸收、分布和代谢.....	10
3. 危害识别.....	10
3.1 TFA 与代谢性危险因素.....	10
3.1.1 胆固醇.....	10
3.1.2 甘油三酯.....	11
3.1.3 脂蛋白(a).....	11
3.1.4 LDL 氧化敏感性	12
3.1.5 凝血功能.....	12
3.1.6 胰岛素敏感性.....	12
3.1.7 血压.....	12
3.2 TFA 与疾病风险.....	13
3.2.1 心血管疾病.....	13
3.2.2 糖尿病.....	14
3.2.3 癌症.....	14
3.2.4 早期生长和发育.....	14
4. 危害特征描述.....	14
5. 暴露评估.....	16
5.1 评估方法.....	16
5.2 TFA 含量数据来源与数据处理.....	17
5.3 专项采样检测的食品种类.....	17
5.3.1 测定方法与质量控制.....	18
5.3.2 数据审核与差异分析.....	19
5.3.2.1 数据审核.....	19
5.3.2.2 不同年份检测数据的差异分析.....	20
5.3.2.3 低于检出限测定值的处理.....	21
5.4 TFA 含量分析.....	21
5.4.1 焙烤食品.....	22
5.4.2 植物油.....	25
5.4.3 乳及乳制品.....	25
5.4.4 畜肉及制品.....	26
5.4.5 速食食品.....	26

5.4.6	调味品.....	27
5.4.7	膨化食品.....	27
5.4.8	巧克力、糖果.....	28
5.4.9	小吃.....	29
5.4.10	固体饮料.....	29
5.5	食物消费量数据分析.....	29
5.5.1	数据来源.....	30
5.5.2	人群分组.....	30
5.5.3	目标食物的平均消费量.....	30
5.5.4	目标食物消费量分布.....	31
5.6	TFA 摄入量与供能比评估.....	32
5.6.1	全国不同类型地区人群的 TFA 摄入水平.....	32
5.6.2	北京、广州两城市居民 TFA 摄入水平.....	33
5.6.2.1	不同年龄组人群 TFA 摄入水平.....	33
5.6.2.2	不同类食物对 TFA 摄入的贡献率.....	34
5.6.2.3	部分食品最大消费量估计.....	35
6.	风险特征描述.....	36
6.1	各类食物中 TFA 含量分析.....	36
6.2	我国居民的 TFA 摄入风险.....	36
6.3	我国居民 TFA 摄入水平与其他各国的比较.....	37
7.	不确定性分析.....	37
7.1	消费量数据的不确定性.....	38
7.2	因食物聚类导致的不确定性.....	38
7.3	情形假设带来的不确定性.....	38
8.	结论与建议.....	38
附件 1:	数据提供单位和参与数据采集单位.....	42
附件 2:	2011 年膳食调查表.....	43
参考文献	49

中国居民反式脂肪酸膳食摄入水平及其风险评估

摘要

反式脂肪酸 (TFA) 是碳链上含有一个或以上非共轭反式双键的不饱和脂肪酸及所有异构体的总称, 是人体非必需脂肪酸。食品中的 TFA 有两种来源, 即天然来源和加工来源。越来越多的研究证实, 过量摄入 TFA 可增加心血管疾病的风险。但天然来源 TFA 不良健康效应方面的证据, 目前尚不充分。

为掌握我国主要加工食品和部分天然食品中的 TFA 水平, 评估我国居民 TFA 的膳食摄入水平及其潜在健康风险, 经国家食品安全风险评估专家委员会提议, 《中国居民反式脂肪酸膳食摄入水平及其风险评估》项目被卫生部列为 2011 年国家风险评估优先项目, 并由国家食品安全风险评估专家委员会专项工作组于 2011 年 2 月启动相关数据采集和风险评估工作。

本项目的主要目的是: (1) 通过专项采样检测, 掌握我国主要加工食品和部分天然食品的 TFA 水平; (2) 结合典型膳食调查, 评估我国居民 TFA 的膳食摄入水平 (包括摄入量和供能比¹) 及其潜在健康风险。

本次评估首先利用 2002 年全国居民营养与健康状况调查的食物消费量数据以及食品的 TFA 含量数据, 初步比较我国城市和农村地区居民的 TFA 摄入水平。然后针对 TFA 摄入水平最高的大城市居民, 利用 2011 年北京、广州两城市 3 岁及以上人群含 TFA 食物消费状况的典型调查数据, 评估大城市居民的 TFA 膳食摄入水平。

本项目于 2011 年在西安、成都、北京、上海、广州 5 个城市采集焙烤食品、调味品、冷冻饮品、膨化食品、巧克力糖果类、禽肉制品、乳及乳制品、畜肉及制品、油饼油条、植物油、小吃、速食食品、固体饮料等 13 大类食品的 1925 份样品进行 TFA 含量的专项检测。纳入评估的还有其他单位提供的 TFA 含量数据 1021 条。

本次评估利用上述数据, 采用简单分布模型 (确定性评估) 方法, 计算全国不同地区 (城市、农村) 居民的 TFA 摄入水平, 以及北京、广州两大城市 3-6

¹ 供能比是指膳食摄入的 TFA 提供的能量占总膳食能量的百分比。

岁、7-12岁、13-17岁及18岁以上年龄组人群的TFA摄入水平。通过与WHO建议的TFA摄入目标（TFA供能比小于膳食总能量的1%）进行比较，评估TFA的潜在健康风险。

一、主要食品中TFA含量

通过数据审核和不同年份差异分析（以2007年为界），排除不符合审核标准以及2007年以前食物中TFA含量与本次检测有显著性差异的数据，最终用于本次评估的TFA含量数据为2613条。总体来看，除植物油、奶油黄油之外，大部分加工食品中的TFA含量呈明显正偏态分布，即TFA含量低的样品占大多数，并且同种食品最大值和最小值相差较大。其中，巧克力糖果类食品中TFA平均含量最高，达0.89 g/100 g（以100 g样品中的TFA含量计，下同）；植物油TFA平均含量次之，为0.86 g/100 g。焙烤食品、调味品、油饼油条含量在0.30-0.50 g/100 g之间，冷冻饮品TFA平均含量最低，为0.09 g/100 g。

对于天然来源的TFA，乳及乳制品中的TFA平均含量为0.83 g/100 g。按食品亚类进一步分析发现，奶油黄油（天然）的TFA平均含量最高，为2.53 g/100 g，而消费量大的液态乳（包括生鲜乳、巴氏杀菌乳和灭菌乳）和发酵乳的TFA平均含量很低，低于0.08 g/100 g。对于畜肉类及制品，生鲜牛羊肉（肥瘦肉混合测定）的TFA平均含量为0.40 g/100 g，略高于牛羊肉制品（0.32 g/100 g）。

二、含TFA食物的消费量

基于2002年全国营养与健康状况调查，在含TFA的食物中，我国居民消费量较高的有植物油（31.3 g/d）、液态乳（14.8 g/d）、生鲜牛羊肉（7.7 g/d）、小吃（5.5 g/d）和油饼油条（4.5 g/d）；与全国平均水平相比，2002年大城市消费量较高的主要有液态乳（42.5 g/d）、植物油（40.1 g/d）、生鲜牛羊肉（11.9 g/d）、油饼油条（7.7 g/d）和其他面包¹（6.7 g/d），均高于全国平均水平。

2011年北京、广州两城市典型调查发现，城市居民含TFA食物消费量前五位分别为液态乳（83.2 g/d）、植物油（30.9 g/d）、发酵乳（24.2 g/d）、其他面包（19.9 g/d）、速冻食品（19.9 g/d）。可见，与2002年大城市消费量相比，液态乳、其他面包的消费量明显较高，而植物油消费量则较低。

¹除牛角/羊角面包、奶油面包、奶酪面包之外的面包。

三、TFA 摄入水平评估

基于 2002 年全国营养与健康状况调查的食物消费量数据,全国总人群的 TFA 平均膳食摄入量为 0.39 g/d,相当于膳食摄入能量的 0.16%(即 TFA 平均供能比),其中城市居民的 TFA 摄入量(0.52 g/d)和供能比(0.25%)高于农村居民;大城市居民的 TFA 摄入量(0.53 g/d)和供能比(0.26%)又高于中小城市居民。

基于 2011 年北京、广州两城市的食物消费量调查数据,北京、广州两城市全人群 TFA 平均膳食摄入量和供能比分别为 0.55 g/d 和 0.30%,略高于 2002 年大城市居民的 TFA 摄入量和供能比。北京和广州全人群 TFA 摄入量和供能比的第 97.5 百分位数(P97.5)分别为 1.45 g/d 和 0.72%,低于 WHO 建议的摄入量限量(1%)。

对北京、广州两城市不同年龄组人群的 TFA 摄入水平进行分析,13-17 岁年龄组人群的 TFA 平均摄入量最高,为 0.61 g/d,平均供能比为 0.32%;而 TFA 平均供能比最高的人群为 3-6 岁年龄组,为 0.34%(与 0.32%没有明显差别)。从 TFA 供能比的人群分布来看,供能比超过 1%的人群比例为 0.42%,其中 75%为学生。

加工食品是两城市居民膳食 TFA 的主要来源,占 TFA 总摄入量的 71.2%,其中植物油的贡献率最高,约为 49.8%;其他加工食品的贡献率均较低,如糕点、饼干、面包等常见食品的贡献率分别为 4.1%、2.5%和 2.3%。天然来源 TFA 占居民膳食 TFA 摄入水平的 28.8%,其中主要贡献来自乳类(17.1%,包括液态乳和发酵乳)和生鲜牛羊肉及制品(11.8%)。TFA 含量很高的食品(如人造黄油等),因消费量低而对膳食 TFA 摄入的贡献率不足 1%。

四、结论和建议

基于 2002 年食物消费量数据进行的评估表明,城市居民的 TFA 摄入水平高于农村居民,其中大城市最高。根据 2011 年北京、广州居民的食物消费量的评估结果,两城市居民总人群及各年龄组人群 TFA 供能比的平均值(总人群 0.30%,各年龄组 0.29%-0.34%)和高端百分位数值(P97.5)(总人群 0.72%,各年龄组 0.65%-0.80%)均未超过 WHO 的建议水平(<1%),表明北京、广州两城市居民膳食中 TFA 的健康风险很低。

基于我国大城市居民的 TFA 平均摄入水平高于其他类型地区居民的摄入水平，从本次主要针对大城市居民获得的评估结果推断，我国居民膳食中 TFA 的健康风险很低。需要说明的是，受消费量数据、食物聚类 and 情形假设的影响，本次评估存在一定的不确定性。

尽管目前我国一般居民通过膳食摄入的 TFA 水平不高，但是考虑到我国膳食的西方化趋势明显以及城市中消费 TFA 含量较高的食物的人群增加，有必要加强宣传和进一步降低加工食品的 TFA 含量，更好地保护我国消费者健康；同时，鉴于其他国家/国际组织评估 TFA 时，会考虑饱和脂肪和总脂肪对健康的影响，国家食品安全风险评估专家委员会提出如下建议：

1、食品工业界：

- 鉴于植物油对 TFA 摄入的贡献率接近 50%，食品工业界应进一步研发、推广植物油精炼的新工艺，在保证各种脂肪酸比例适宜的前提下，尽量降低植物油中 TFA 水平；
- 本次专项检测发现，威化饼干、夹心饼干、奶油蛋糕和奶油面包（表观可见奶油）、派等焙烤食品中的 TFA 含量较高（个别食品的 TFA 含量超过 3.0 g/100 g），糕点、饼干和面包三者 TFA 摄入的贡献率之和约为 9%，因此建议食品工业界进一步减少 TFA 含量较高的氢化油脂在焙烤食品中的应用；
- 除执行我国相关标识规定之外，鼓励食品企业对含 TFA 食品进行 TFA 含量自愿标示。

2、风险管理部门：

- 尽管目前我国居民的膳食 TFA 摄入水平低于欧美等国，但仍需要通过多种途径和方式开展风险交流和知识普及，让消费者正确认识 TFA 的健康风险，避免过多摄入 TFA 含量高的食品；同时，从风险和受益两个角度，让公众正确认识液态乳和发酵乳的营养价值远大于其中微量天然 TFA 可能导致的健康风险；
- 自 2007 年以来，部分加工食品中的 TFA 含量明显下降，这是好现象。今后需要再接再厉，除实施相关标识管理规定之外，建议进一步加强政策引导，鼓励企业积极探索降低甚至消除加工食品中 TFA

含量的有效措施；

- 某些类别的食品，存在少数样品 TFA 含量较高的现象（如某些代可可脂巧克力的 TFA 含量高达 10 g/100 g 以上），对此类食品应加强监管。

3、科学界：

- 本项目仅以北京、广州两个城市为代表开展大城市居民膳食消费的典型调查，建议进一步开展中小城市以及农村地区的典型膳食调查，在获得数据的基础上完善我国居民膳食 TFA 的风险评估，同时开展膳食饱和脂肪的风险评估工作；
- 目前关于 TFA 健康影响的科学研究主要以加工来源的反油酸（氢化油中的主要 TFA）为主，但植物油精炼过程中所产生的 TFA——反亚油酸和反亚麻酸以及天然存在的 TFA 对健康的影响并不清楚。鉴于植物油在我国使用普遍，且食用量大，占大城市居民膳食 TFA 供能比的一半（供能比 49.8%），迫切需要开展植物油精炼过程中所产生的 TFA 对人体健康影响的研究。

4、消费者：

- 在正确认识 TFA 与健康关系的基础上，培养良好的饮食习惯，正确认识营养标签，强化消费前阅读营养标签的行为；尽量减少长期大量食用 TFA 含量较高的食品，以及因避免食用含 TFA 的食品，而大量食用动物脂肪（饱和脂肪）含量高的食品的行为。

缩 略 语

ADP	adenosine diphosphate	二磷酸腺苷
AFSSA	French Food Safety Agency	法国食品安全局
EFSA	European Food Safety Authority	欧洲食品安全局
HDL-C	high density lipoprotein cholesterol	高密度脂蛋白胆固醇
LDL-C	low density lipoprotein cholesterol	低密度脂蛋白胆固醇
Lp(a)	lipoprotein (a)	脂蛋白(a)
MUFA	monounsaturated fatty acid	单不饱和脂肪酸
PAI-1	plasminogen activator inhibiting factor-1	1 型血纤维蛋白溶酶原激活剂抑制因子
PGI ₂	endothelial prostate gland ring element	内皮前列腺环素
PUFA	polyunsaturated fatty acid	多不饱和脂肪酸
SFA	saturated fatty acid	饱和脂肪酸
sdLDL	small dense low density lipoprotein	小而致密低密度脂蛋白
TC	total cholesterol	血清总胆固醇
TFA	trans fatty acids	反式脂肪酸
TG	triglyceride	甘油三酯

1. 前言

反式脂肪酸（trans fatty acids, TFA）是人体非必需脂肪酸，食品中 TFA 分为天然来源（如反刍动物制品）和加工来源（如油脂的部分氢化和精炼）两类。目前天然来源 TFA 对健康的不良效应并不突出，研究证据尚不充分，但越来越多的研究证实，过量摄入加工来源 TFA 可增加心血管疾病的风险。因此，为控制 TFA 引发的健康风险，近年来欧美国家纷纷出台相关法律限制食品中加工来源的 TFA 含量，或通过膳食指南建议消费者尽量减少摄入 TFA 含量高的食品。

2010 年 11 月，继中央电视台《今日观察》和《焦点访谈》播出“植物奶油安全吗？”和“追问反式脂肪酸”节目后，TFA 与健康的关系及其潜在风险引起政府、媒体和公众的广泛关注。但由于缺乏全面反映食品中 TFA 含量的数据，无法评估居民的 TFA 摄入量及其健康风险，在一定程度上限制了 TFA 的风险管理和风险交流。为了提高消费者的认识和引导消费，卫生部于 2010 年底决定在 2013 年 1 月实施《食品安全国家标准 预包装食品营养标签通则》（GB 28050—2011），该通则强制标示内容中规定：“食品配料含有或生产过程中使用了氢化和（或）部分氢化油脂时，在营养成分表中还应标示出反式脂肪（酸）的含量”；能量和营养成分功能声称时，使用“每天摄入反式脂肪酸不应超过 2.2 g”，“反式脂肪酸摄入量应少于每日总能量的 1%”等标准用语，以此作为降低 TFA 摄入和保护消费者健康的一项措施。为了为这一措施提供更有力的科学支撑，2010 年底，国家食品安全风险评估专家委员会提议将 TFA 风险评估列入 2011 年风险评估优先项目，开展相关数据采集和风险评估工作，为政府制定 TFA 监管措施及相关风险交流工作提供科学依据。2011 年 2 月，受卫生部食品安全与卫生监督局委托，国家食品安全风险评估专家委员会成立了“中国居民反式脂肪酸膳食摄入水平及其风险评估”专项工作组，由委员会秘书处（国家食品安全风险评估中心）组织实施 TFA 的风险评估工作。

本项评估的主要目的是：（1）通过专项采样检测，掌握我国主要加工食品中的 TFA 水平；（2）结合典型膳食调查，评估我国居民 TFA 的膳食摄入水平及其潜在健康风险。

2. 一般背景资料

根据国家标准化指导性技术文件《食品营养成分基本术语》(GB/Z 21922-2008)的定义,脂肪酸是指有机酸中链状羧酸的总称,可依据其是否含有不饱和双键及双键的数目分为饱和脂肪酸(saturated fatty acid, SFA)、单不饱和脂肪酸(monounsaturated fatty acid, MUFA)和多不饱和脂肪酸(polyunsaturated fatty acid, PUFA)。脂肪酸的双键存在顺式(*cis*-)和反式(*trans*-)两种构象。两个氢原子在双键的同侧为顺式构象,在双键的异侧为反式构象(如图1、图2)。膳食中存在的脂肪酸大多为顺式构象,但也有部分反式构象存在。

反式脂肪酸(TFA)是碳链上含有一个或以上非共轭反式双键的不饱和脂肪酸及所有异构体的总称^[1]。根据分子中双键数目,TFA可以进一步分为反式单不饱和脂肪酸(*trans*-MUFA)和反式多不饱和脂肪酸(*trans*-PUFA)。

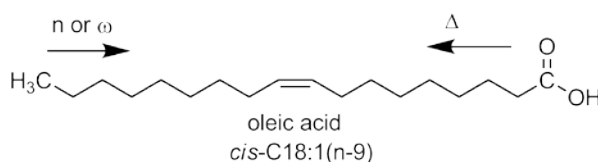


图1 油酸 (Oleic acid)

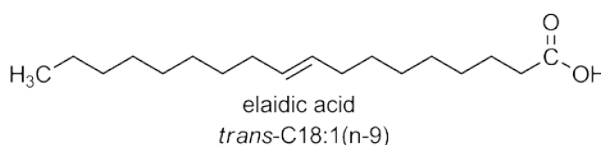


图2 反式油酸 (Elaidic acid)

脂肪酸有多种命名和表示方法,其中较简便的方法是直接用碳链中所含的碳原子数和双键数来表示,如饱和脂肪酸棕榈酸含16个碳原子,可表示为“C16:0”,单不饱和脂肪酸油酸含18个碳原子和1个双键,可表示为“C18:1”,反式油酸可表示为“*trans*-C18:1”。

2.1 TFA 的来源、组成及含量

TFA 主要有以下几个来源: 1) 反刍动物瘤胃中细菌的生物转化; 2) 油脂的部分氢化(或选择性氢化)工艺产生(得到半流体和固体脂肪,用于生产人造黄油、起酥油以及其他食品); 3) 多不饱和脂肪酸含量较高的植物油或鱼油的精炼脱臭工艺; 4) 烹调时油温过高(>220℃)^[2]。

乳脂 (butter fat) 和反刍动物肉制品中的 TFA 主要是油酸的异构体, 其中反-11-十八碳一烯酸占大部分, 但也有 C14:1、C16:1 等单不饱和脂肪酸和 C18:2、C18:3 等多不饱和脂肪酸的反式异构体^[3]。牛乳制品和乳脂中的 TFA 含量与羊乳脂相近, 一般占总脂肪酸含量的 3%-6% (质量百分比)^[4,5]。牛肉中 TFA 含量与乳脂中的含量在同一数量级, 羔羊和绵羊肉中含量略高于牛肉。猪肉和禽肉中的 TFA 含量通常低于总脂肪酸的 1%, 但主要取决于饲料中的 TFA 含量^[4]。反刍动物脂肪中的 TFA 以反式异油酸为主, 约占总 TFA 异构体的 30%-50%。

采用部分氢化工艺可以将液态油脂转化为半固态或固态油脂, 用来生产人造黄油、涂抹油脂、起酥油等产品。该类食品中的 TFA 含量取决于产品中部分氢化程度及油脂所占的比例。软涂抹油脂 TFA 含量在 1%-17% 之间, 而硬人造黄油棒 (hard stick margarines) 含量稍高^[5]。部分氢化植物油中以反式十八碳一烯酸 (*trans*-C18:1) 为主, 部分氢化鱼油中还含有反式二十碳一烯酸 (*trans*-C20:1) 和反式二十二碳一烯酸 (*trans*-C22:1)。

焙烤食品中的 TFA 含量取决于所用油脂的类型和用量, 范围一般在小于 1% 到 30% 不等^[6], 高脂肪食品, 如添加了脂肪的早餐谷物, 炸薯条和某些快餐中的 TFA 含量可达 20%-40%^[7] (均以占总甲酯含量的百分比计)。

不同来源脂肪中的 TFA 异构体存在差异。例如, 目前已经确定了食物中反式十八碳一烯酸 (*trans*-C18:1) 的十几种异构体^[8-10], 反刍动物和氢化油脂中的 *trans*-C18:1 异构体的比例存在较大差异 (见表 1)。

表1 反刍动物和来自传统食品的氢化油脂中各种 *trans*-C18:1 的典型比例

双键的位置	山羊奶 (%)	绵羊奶 (%)	牛奶 (%)	氢化油脂 (%)
n-2	10	8	6-8	1
n-3	6	6	4-6	2
n-4	9	8	8	-
n-5	8	7	6-7	9-12*
n-6	9	7	6-10	8-13
n-7 (十八碳烯酸)	37	47	30-50	10-20
n-8	10	9	6-13	10-20
n-9 (反油酸)	6	5	5-10	20-30
n-10~n-12	3	2	2-9	14-18
n-13	<1	<1	<1	2
n-14	<1	<1	<1	1

引自参考文献^[8-10]。* 代表 n-4、n-5 两种异构体比例的总和

2.2 吸收、分布和代谢

人体血液和脂肪组织中的 TFA 及其代谢产物均来自于膳食。据估计,约 95% 的 *trans*-MUFA 可被人体吸收,吸收率与其他脂肪酸相近^[11]。目前尚未发现不饱和和双键位置是否为决定反式脂肪酸吸收率的关键因素^[12]。*trans*-MUFA 吸收后经血液分布于脂肪组织、血细胞、血浆脂蛋白、肾脏、大脑、心脏、肝脏、动脉、空肠和人乳中^[13-15]。血液及组织中的 TFA 水平与 TFA 膳食摄入量呈正相关^[16-18]。*trans*-MUFA 的代谢过程与其他脂肪酸相同^[12, 19]。

研究发现,血液和组织中 TFA 的比例与必需脂肪酸及其代谢产物含量呈负相关。可能的原因除了 TFA 摄入量与必需脂肪酸摄入量呈负相关关系(氢化过程使顺式构象转化为反式构象)之外,可能与 TFA 抑制必需脂肪酸的吸收有关。但欧洲食品安全局(European Food Safety Authority, EFSA)认为,尽管部分体外实验和动物实验表明 TFA 能够抑制必需脂肪酸的代谢,但如必需脂肪酸的摄入量符合建议水平,则其代谢不会被 TFA 抑制。

3. 危害识别

3.1 TFA 与代谢性危险因素

广义上讲,代谢性危险因素(metabolic risk factors)是指增加代谢性疾病发生风险的因素,如脂代谢异常、高血压、高血糖、肝脂肪变性、胰岛素抵抗等。目前,已进行了很多关于膳食中 TFA 性质和含量对代谢性危险因素影响的研究,其中大多数针对来源于部分氢化植物油的 *trans*-MUFA,对于植物油精炼过程中产生的 TFA 以及来源于反刍动物的天然 TFA 的健康效应,研究相对较少。

3.1.1 胆固醇

氢化油脂中 *trans*-MUFA 对血清血脂谱影响的相关研究结果显示,与等能量的油酸相比, *trans*-MUFA 可显著升高血清总胆固醇(TC)和低密度脂蛋白胆固醇(LDL-C)水平,同时降低高密度脂蛋白胆固醇(HDL-C)水平,导致 TC/HDL-C 比值也随之升高^[20],与富含饱和脂肪酸的膳食相比,富含 *trans*-MUFA 的膳食虽未影响 LDL-C 水平,但是因降低了 HDL-C 水平从而导致 TC/HDL-C 比值升高。

随后开展的一系列研究也进一步证实了上述结论^[21-29]。例如, Almendingen

等^[23]发现, 氢化鱼油中的 TFA 和黄油一样, 会对与心血管疾病相关的血脂指标产生不利影响; *trans*-MUFA 可降低 LDL 颗粒的大小, 可能会增加小而致密 LDL (sdLDL) 的水平^[30], 后者与心血管疾病风险存在正相关关系^[31]。

一项 meta 分析结果显示^[32], *trans*-MUFA 供能比增加 1%, 可导致 LDL-C 水平显著增加 0.040 mmol/L, TC/HDL-C 比值增加 0.022, 而 HDL 水平不变。和其他脂肪酸相比, *trans*-MUFA 对 TC/HDL-C 比值的不利影响最大。该 meta 分析还发现, *trans*-MUFA 对 LDL-C 的升高作用与某些饱和脂肪酸 (如棕榈酸) 非常相似。

近期, 对相关膳食干预研究进行的两项系统文献评价^[33, 34]显示, 用 TFA 替代膳食中 *cis*-MUFA, 可增加 LDL-C 水平, 并降低 HDL-C 水平; TFA 供能 (在总能量的 3% 以上) 和 LDL-C/HDL-C 比值存在线性剂量反应关系。横断面流行病学研究中发现, TFA 摄入或其生物标志物与血清血脂谱之间的关联较弱^[27, 35, 36], 但具有统计学上的显著性, 这也为 TFA 对血脂的影响提供了证据。

另外两项研究^[25, 37]表明, 当膳食中 TFA 供能比为 1%-2% 时, 其对血脂的影响与 TFA 供能比超过 2% 时一致。但有研究发现, 当 TFA 摄入量过低 (供能比占 0.5-1.7%) 时, TFA 摄入量与血浆 HDL-C 和 LDL-C 浓度无显著关联^[38]。但目前关于更低水平 TFA 摄入是否会影响血脂浓度变化方面的证据甚少。因此, 有学者认为 TFA 对胆固醇的影响可能存在摄入量阈值。

3.1.2 甘油三酯

空腹甘油三酯 (TG) 浓度升高与心血管疾病的风险呈正相关关系。Mensink 等的研究结果显示, 在等能量情况下, *trans*-MUFA 可升高空腹 TG 水平, 而 *cis*-不饱和脂肪酸则可降低空腹 TG 水平^[32]。Katan^[39]等发现, *trans*-MUFA 与血清 TG 水平之间存在线性剂量反应关系。因此, 降低 *trans*-MUFA 摄入量, 同时摄入等能量的 *cis*-不饱和脂肪酸, 可降低空腹 TG 水平。

3.1.3 脂蛋白(a)

脂蛋白(a) [Lp(a)] 由通过二硫键连接的 LDL 微粒与载脂蛋白(a) 构成。高水平的 Lp(a) 与心血管疾病的风险相关^[40]。一些控制良好的干预试验结果显示, 与富含饱和脂肪酸或顺式不饱和脂肪酸的膳食相比, 富含 TFA 的膳食可导致 Lp(a)

水平升高^[23, 25, 41-43];但也有些研究并未观察到具有统计学显著效应的阳性结果^[26, 27]。

3.1.4 LDL 氧化敏感性

LDL 微粒中不饱和脂肪酸发生氧化是动脉粥样硬化斑块形成的重要步骤。但现有的体外研究结果未发现来源于氢化植物油或氢化鱼油的 TFA 对体内 LDL 氧化特性具有任何不良作用^[44-46]。

3.1.5 凝血功能

血小板凝集、聚沉以及纤维蛋白溶解是影响凝血功能的三个主要决定因素，一些人体干预试验研究了 TFA 对这三个主要决定因素的生物标志物的影响。Almendingen^[47]等发现，与部分氢化鱼油或乳脂相比，富含氢化豆油的膳食对 1 型血纤维蛋白溶酶原激活剂抑制因子(PAI-1) 抗原及 PAI-1 的活性有不利影响。TFA 可影响胶原诱导下的血小板聚集功能，其作用与硬脂酸相似；但体外实验研究未发现 TFA 对血栓素 B₂ 形成、二磷酸腺苷 (ADP)-诱发性聚集以及内皮前列腺环素 (PGI₂) 的生成产生影响^[48]。另有研究显示，富含 *trans*-MUFA 的膳食对凝血因子 VII 的活化作用与富含其他脂肪酸的膳食相同^[49]。

3.1.6 胰岛素敏感性

有研究显示,2型糖尿病患者摄入 *trans*-MUFA 和 SFA 供能分别占总能量 20% 的两种膳食后,对空腹血糖浓度和胰岛素浓度的影响无显著性差异,但富含 SFA 和 TFA 的膳食能够引起 2 型糖尿病患者餐后胰岛素分泌增加^[50]。在健康志愿者中以较低的 TFA 进行研究,并未得到相似的结论^[29, 49, 51]。

一项病例-对照试验(38 位志愿者中有 5 名 2 型糖尿病患者和 4 名糖耐量受损患者)也未发现 TFA 摄入与胰岛素抵抗生物标志物之间存在相关性^[29]。该研究结果也表明,在极高摄入量情况下, *trans*-MUFA 对肥胖的 2 型糖尿病患者餐后胰岛素血症的作用可能与 SFA 相同;但摄入量较低时, TFA 对健康志愿者的胰岛素敏感性无不良影响。

3.1.7 血压

有些研究探讨了氢化油中 TFA 对健康受试者血压的影响。结果发现,与 SFA、油酸或亚油酸相比, *trans*-MUFA 舒张压和收缩压无明显影响^[51-53]。近期一项干

预试验发现，通过膳食摄入 3.6 g 来源于乳脂的 TFA，持续 5 周后，未对血压和动脉弹性产生不良影响^[54]。

3.2 TFA 与疾病风险

3.2.1 心血管疾病

与其他疾病相比，TFA 与心血管疾病风险方面的证据最为充分。大多数研究均证实，过量摄入 TFA 可增加心血管疾病发生的风险。

前瞻性队列研究结果显示，TFA 摄入和心血管疾病风险之间存在正关联，这种关联较其他任何脂肪酸更为显著^[55-59]。大部分研究的“趋势性检验 p 值”均达到统计学上的显著水平，表明膳食总 TFA 摄入量越高，心血管疾病风险越大。

对 7 个国家的 16 项队列研究进行了分析，结果显示 TFA 摄入量与 25 年内的冠心病死亡率之间存在正相关关系^[60]。

2009 年进行的前瞻性队列研究 meta 分析结果显示，用 7 种不同油脂分别替换含 20%、35%、45% TFA 的氢化植物油，冠心病的风险均呈下降趋势，趋势大小与替代油脂种类以及氢化植物油中的 TFA 含量有关。例如，以菜籽油替代 TFA 含量为 45% 的氢化植物油（供能比为 7.5%），冠心病的发病风险可下降 19.8%；以 PUFA 按供能比的 2% 等能量替换 TFA，冠心病的发病风险可下降 24%（95% 可信区间：15%-33%）^[61]。

但是，与前瞻性队列研究得出的一致结论相比，病例-对照研究的结果并不一致。有的研究发现，病例组和对照组脂肪组织中 *trans*-C18:1 的百分比有统计学差异，当排除 TFA 在脂肪组织比例过低的因素后，病例组脂肪组织中 TFA 含量高于对照组^[24]。但其他研究发现，病例组和对照组间的 TFA 摄入量无显著性差异^[62]，非致死性心肌梗塞病例组脂肪组织中 *trans*-C18:1 的百分比与对照组无差异^[63]。

关于不同来源 TFA 对心血管疾病影响的研究较少。TFA 摄入量和心血管疾病风险间的正相关关系仅限于氢化植物油来源的 TFA^[55, 58]，动物来源的 TFA 并不会增加心血管疾病风险^[59]。研究者认为这可能与动物食品中 TFA 含量太低有关。当两种来源 TFA 的摄入量相当时（1.6 g 源于氢化植物油 TFA 与 1.5 g 动物来源的 TFA 相比），不同来源的 TFA 对心血管疾病的相对风险相近。有研究者认为，当摄入量低于 2.5 g/d 时，动物源性 TFA、氢化植物油中 TFA 以及总 TFA 在增加冠心病风险方面无明显差异^[64]。

3.2.2 糖尿病

TFA 与糖尿病风险之间的关系并未明确。以肥胖女性进行一项研究显示，TFA 摄入和 2 型糖尿病发生之间存在正相关关系^[65]。但在其他研究中未发现有相同的结果^[66, 67]。

3.2.3 癌症

TFA 与癌症风险之间的关系并未明确。美国的一项队列研究结果显示，TFA 摄入量与乳腺癌风险呈负相关^[68]。但荷兰进行的膳食与癌症队列研究结果表明，TFA 摄入与绝经后妇女乳腺癌发病率呈弱的正相关，对于反式异油酸，这种关系更加明显^[69]。

一些病例对照研究也涉及了 TFA 摄入或脂肪组织中 TFA 含量与癌症风险的相关性。研究结果显示，TFA 与女性恶性或良性乳腺疾病、男性结肠癌或结直肠息肉之间无相关性^[70-72]。但也有研究结果显示，TFA 与乳腺癌的发病风险呈正相关^[73-75]。世界癌症基金会/美国癌症研究学会（WCRF/AICR）在《食物、营养、身体活动和癌症预防》（2007）的报告中指出，有限的证据提示：总脂肪是肺癌或绝经后乳腺癌的原因之一；含有动物脂肪的食物是结肠/直肠癌的原因之一。但专家组强调，目前尚不清楚 TFA 是否对癌症的危险性有特殊影响^[76]。

3.2.4 早期生长和发育

血液和组织中的 TFA 的比例与必需脂肪酸其代谢产物含量呈负相关关系，在新生儿血液和脊髓组织中也发现了这种相关性^[77, 78]。鉴于必需脂肪酸及其长链代谢产物在胎儿/婴儿生长发育中的重要性，有的学者开展了 TFA 水平与早期生长和发育方面的研究。尽管有研究显示，早产儿血液中的 TFA 含量与出生体重成负相关关系^[79]，脐带动脉血管壁中的 *trans*-C18:1 含量与新生儿体重和头围呈负相关关系^[80]，但由于相关资料有限，现有资料尚不能证明 TFA 对早期生长发育有不良的影响。

4. 危害特征描述

供能比为 1%-3% 时，TFA 即可对健康造成不良影响^[33]，包括 LDL-C/HDL-C、TC/HDL-C 升高和增加心血管疾病的发病风险。摄入 TFA 的供能比之绝对增量为 2% 时，LDL-C/HDL-C 将增加 0.1^[34]，而 LDL-C/HDL-C 值每增加 1，冠心病的发病风险将增加 53%^[81]。用 SFA，MUFA 或 PUFA 对供能比为 1% 的 TFA 等

能量置换, TC/HDL-C 分别降低 0.31, 0.54 和 0.67, 载脂蛋白 B 与载脂蛋白 AI 的比值分别降低 0.007, 0.010 和 0.011, Lp(a)分别降低 3.76, 1.39 和 1.11 mg/L (P 值均小于 0.05); 以 SFA, MUFA 或 PUFA 等能量替换供能比为 2% 的 TFA, 冠心病的发病风险将分别降低 17% (95% 置信区间值为 7–25%), 21% (95% 置信区间值为 12–30%) 或 24% (95% 置信区间值为 15–33%)^[61]。

鉴于 TFA 对健康的不良影响, 各国或国际组织分别根据上述研究结果制定其摄入量的上限。2003 年, WHO 以 TFA 增加血中 LDL-C 水平并降低 HDL-C 水平、增加冠心病风险为终点, 将 TFA 供能比¹ 低于 1% (即 < 1%) 建议为人群 TFA 的摄入目标^[82]。2009 年, WHO 再次建议, 人群每日平均摄入来源于部分氢化油脂的 TFA 供能比应小于膳食总能量的 1%^[83]。德国、奥地利和瑞士膳食指南建议, TFA 摄入量应小于总能量摄入的 1%。

基于降低饱和脂肪和 TFA 摄入可以降低冠心病风险, 北欧营养指南建议, 12 个月以上人群膳食的 SFA+TFA 供能比不应超过 10%^[84]。英国医用食品与营养政策委员会 (COMA) 1991 年声称, 人群 TFA 摄入量不应超过 5 g/d, 或供能比不应超过 2%^[85]。2007 年, 英国营养科学咨询委员会支持 COMA 的建议, 将 TFA 供能比限定在 2% 以下^[86]。

法国食品安全局 (AFSSA) 在 TFA 的健康风险与效益分析报告中指出, TFA 供能比超过 2% 可导致心血管疾病风险显著升高, 建议 TFA 摄入不宜超过此水平^[87]。荷兰健康委员会申明, TFA 会增加冠心病风险, 可能对必需脂肪酸代谢造成不良影响, 因此 TFA 摄入量应该尽可能低^[88]。美国膳食指南也进行了同样的建议^[89]。一些国家/组织关于 TFA 的相关摄入量建议见表 2 (以其占总能量比为单位)。

表 2 一些国家/组织关于膳食反式脂肪酸的供能建议

国家或组织	年份	TFA 供能建议 (占膳食能量的比例)
英国	1999、2007	<2%
荷兰	2001	尽可能的低
WHO	2003	<1%
北欧国家	2004	SFA+TFA<10%
法国	2005	<2%
美国	2005	尽可能的低
德国、奥地利、瑞士	2008	<1%
WHO	2009	<1% (氢化来源)

¹ TFA 供能比是指膳食摄入的 TFA 提供的能量占膳食总能量的百分比。

本次评估以 WHO 建议的 TFA 供能比小于 1% 为衡量标准^[82], 评估我国居民膳食 TFA 摄入的潜在风险。

5. 暴露评估

5.1 评估方法

本次评估采用简单分布模型(确定性评估)方法, 计算每个个体每日 TFA 的摄入水平。为便于与 WHO 以及其他大多数国家或组织建议的 TFA 供能比进行比较, 本次评估除计算不同人群 TFA 的摄入量(每天摄入 TFA 的克数)外, 同时利用 TFA 的能量折算系数(9 kcal/g)以及个体的膳食摄入能量, 计算 TFA 的供能比。

TFA 摄入量的计算公式为:

$$DI = \sum_{i=1}^n (Fi \times Ci / 100)$$

其中: DI 为某个体每日的 TFA 摄入量, 单位为 g/d, Fi 为某个体第 i 种食物的消费量, 单位为 g/d, Ci 为第 i 种食物中 TFA 的平均含量, 单位为 g/100g。

TFA 供能比的计算公式为:

$$E\% = \frac{DI \times 9}{DE} \times 100$$

其中: E% 为某个体每日的 TFA 供能比(%), DI 为某个体每日的 TFA 摄入量, 单位为 g/d, DE 为某个体摄入的膳食总能量, 单位为 kcal, 9 是 TFA 能量折算系数, 单位为 kcal/g。

本次评估首先利用 2002 年全国居民营养与健康状况调查数据, 计算并比较全国不同地区(城市、农村)居民的 TFA 摄入水平(包括摄入量和供能比), 筛选重点地区和人群。然后针对 TFA 摄入水平最高的大城市居民进行进一步评估。考虑到 2002-2010 年期间我国食品加工业的扩展和中国居民膳食结构的变化, 为更精确了解目前我国居民尤其是大城市居民的 TFA 摄入水平, 利用 2011 年北京、广州两市 3 岁及以上人群含反式脂肪酸食物消费状况典型调查数据, 计算北京、广州两城市居民的 TFA 摄入水平。在计算全人群 TFA 摄入水平的基础上, 还考虑人群能量摄入和食物消费模式, 分别计算 3-6 岁、7-12 岁、13-17 岁及 18 岁以

上年龄组人群的 TFA 摄入水平。

在计算个体通过某一种食物的 TFA 摄入水平时，所有个体之间除了食物消费量不同外，食物中的 TFA 含量数据均采用该种(类)食物中的 TFA 含量均值，因此 TFA 摄入水平的高百分位数值(如 P97.5 等)可反映食物高消费人群的 TFA 摄入水平。

5.2 TFA 含量数据来源与数据处理

本次评估所用食品中 TFA 含量数据(2613 条)来自两部分，一是科研机构、企业、协会提供的食品中 TFA 含量数据(1021 条)；二是国家食品安全风险评估中心组织的中国 5 大城市含 TFA 食品专项采样检测结果(1592 条)。两部分数据的提供或检测单位，长期以来从事 TFA 分析，所用检测方法为 AOAC 标准方法或国家标准方法。在专项检测过程中，工作组进行严格的质量控制，包括盲样考核。两部分数据采集完成后，工作组进行数据审核，并对前期和后期数据进行差异分析(以 2007 年为界)。

5.3 专项采样检测的食品种类

根据文献资料等信息，重点采集含加工来源 TFA 的食品，同时兼顾 TFA 的天然来源食品(如乳及乳制品、反刍动物肉类及制品等)。为了较全面了解各类食品中 TFA 含量，根据采样和膳食暴露量评估的需要，本项目在西安、成都、北京、上海、广州 5 个城市采集焙烤食品、调味品、冷冻饮品、膨化食品、巧克力糖果类、禽肉制品、乳及乳制品、畜肉及制品、油饼油条、植物油、小吃、速食食品、饮料中的固体饮料等共计 13 大类食品，1925 份样品；采样地点为大中型超市、农贸批发零售市场，现场制售食品摊点等。高油脂含量和可能含有工业氢化油脂的预包装食品均在本次采样范围内。根据市场调查，同种类食品按照食品销量大小，对前位销量的品牌进行取样。样品采集的基本原则按照《食品卫生检验标准 理化部分 总则》(GB/T5009.1)执行。

依据《食品安全国家标准 食品添加剂使用标准》(GB 2760-2011)附录 F“食品分类系统”、中国食物成分表的食物类别划分以及食品自身特点，将样品进行三级分类：第一级为大类，大类下分为亚类和三类，如焙烤食品→饼干→夹心饼干。有些类别的食品未继续细分，比如油饼油条只分为一大类。

5.3.1 测定方法与质量控制

样品的专项检测工作由经严格遴选的 5 个检测机构完成, 包括中国疾病预防控制中心营养与食品安全所、北京市营养源研究所、国家食品质量监督检验中心、江南大学、南昌大学。检测机构的实验室符合如下主要条件: 1) 通过国家认可或认证; 2) 以往从事过食品中 TFA 含量检测, 并发表过相关正式科研论文; 3) 是制订我国反式脂肪酸检测方法国家标准的主持或主要参与技术单位。

依据样品基质不同, TFA 测定采用不同的国家标准方法, 主要有: 等效采用 AOAC996.06 的《食品中总脂肪、饱和脂肪(酸)、不饱和脂肪(酸)的测定 水解提取气相色谱法》(GB/T 22223-2008); 植物油、动物油样品参照《动植物油脂、植物油中反式脂肪酸异构体含量测定》(GB/T 22507-2008); 婴幼儿食品和乳品参考《食品安全国家标准 婴幼儿食品和乳品中反式脂肪酸的测定》(GB 5413.36-2010); 植物油或含植物油的样品也可参考《食品中反式脂肪酸的测定 气相色谱法》(GB22110-2008)。

为保证分析结果的准确性, 并尽可能降低实验室间检测结果之间的差异, 使各实验室检测结果具有可比性, 工作组进行严格的质量控制, 具体内容包括:

(1) 规定检测的主要 TFA 种类, 共计 13 种, 具体如下:

反-9-十六碳一烯酸 (9*t*16:1)

反-9-十八碳一烯酸 (9*t*18:1)

反-11-十八碳一烯酸 (11*t*18:1)

反-9,反-12-十八碳二烯酸 (9*t*12*t*18:2)

顺-9,反-12-十八碳二烯酸 (9*c*12*t*18:2)

反-9,顺-12-十八碳二烯酸 (9*t*12*c*18:2)

反-9,12,15-十八碳三烯酸 (9*t*12*t*15*t*18:3),

反-9,反-12,顺-15-十八碳三烯酸 (9*t*12*t*15*c*18:3)

反-9,顺-12,反-15-十八碳三烯酸 (9*t*12*c*15*t*18:3)

反-9,顺-12,顺-15-十八碳三烯酸 (9*t*12*c*15*c*18:3)

顺-9,反-12,反-15-十八碳三烯酸 (9*c*12*t*15*c*18:3)

顺-9,反-12,顺-15-十八碳三烯酸 (9*c*12*t*15*c*18:3)

顺-9,顺-12,反-15-十八碳三烯酸 (9*c*12*c*15*t*18:3)

对于大部分食物样品中含量较低且目前分析技术难以完全分离的 7 种反式十八碳三烯酸含量可合并报告。

(2) 统一色谱分析柱和脂肪酸甲酯混标, 项目组配发 CP-Sil 88 (100m*0.25mm*0.2 μ m) 和包括脂肪酸甲酯混标(40 组分, C4-C24)、十三烷酸甲酯(C13:0) 的 8 类脂肪酸甲酯或脂肪酸标准;

(3) 样品测试过程中, 定期进行质控样品的检测, 并进行实验室间比对, 以提高分析检测的准确性, 降低实验室间误差。总脂肪测定结果各实验室不同样品 CV 值为 4.0%-12.8%, 质控样品及脂肪酸混标中各种脂肪酸(包括 TFA) 各实验室 CV 值在 1.1%-10.1%之间。

5.3.2 数据审核与差异分析

5.3.2.1 数据审核

检测完成后, 数据审核小组对各检测单位上报的检测数据进行最终审核, 审核合格后纳入 TFA 含量数据库, 用于最终的 TFA 含量分析和摄入量评估。上报数据必须符合以下审核标准:

(1) 数据合理性分析

- 1) 粗脂肪与总脂肪酸的关系应满足: 粗脂肪>总脂肪酸>70%粗脂肪
- 2) 总脂肪与脂肪酸的关系应满足: 总脂肪与脂肪酸总和变异不超过 10%。
- 3) 上报组分与含量和《食物成分表》及其他国家数据库中相应食品的组分含量对比, 具有近似含量特点。
- 4) 各实验室同类及同种样品的结果比较。

(2) 计算过程审核: 校正因子计算的合理性。

(3) 图谱审核: 样品图谱中出峰顺序及保留时间的合理性。

(4) 数据比较: 质控物结果审核, 交叉样品的结果比较。

(5) 产品或配料总脂肪含量和反式脂肪酸比例的合理性。

对于未通过数据审核的数据, 审核小组及时通知检测单位进行核查, 并重新分析和二次审核。

经审核, 共有 1681 条上报数据符合标准, 合格率达 96.2%。其中氢化油脂

原料和动物油脂（猪油、牛油、羊油）共 89 条数据未纳入本次评估。

5.3.2.2 不同年份检测数据的差异分析

在各单位提供的 TFA 含量数据（1305 条）中，多数样品的测定时间在 2007 年之前，为了使评估所用的数据更加合理，对 2007 年前与 2007-2012 年的数据（包括本次专项检测数据）进行差异分析。

表3 2007 年之前与 2007 年之后各类食物中 TFA 含量 (g/100 g) 比较 *

		N	Mean (g/100g)	<i>t</i>	<i>P</i>
玉米油	2007 年以前	29	2.87	2.91	<0.01
	2007 年之后	41	1.35		
菜籽油	2007 年以前	23	2.18	2.9	<0.01
	2007 年之后	39	1.27		
大豆油	2007 年以前	33	2.25	4.06	<0.01
	2007 年之后	52	0.96		
调和油	2007 年以前	25	2.59	6.11	<0.01
	2007 年之后	77	1.17		
花生油	2007 年以前	16	0.14	-2.77	<0.01
	2007 年之后	37	0.53		
葵花籽油	2007 年以前	9	1.62	1.75	>0.05
	2007 年之后	43	1.22		
夹心饼干	2007 年以前	14	2.55	2.35	<0.05
	2007 年之后	85	0.65		
曲奇饼干	2007 年以前	8	0.50	2.02	>0.05
	2007 年之后	24	0.17		
蛋糕	2007 年以前	16	0.61	-0.24	>0.05
	2007 年之后	51	0.74		
派	2007 年以前	23	2.05	3.03	<0.01
	2007 年之后	40	0.54		
薯条薯片	2007 年以前	16	1.06	1.93	>0.05
	2007 年之后	82	0.07		
酥性饼干	2007 年以前	14	0.41	1.92	>0.05
	2007 年之后	33	0.14		

* 采用两独立样本均数 *t* 检验方法。以 $P<0.05$ 为具有显著性差异， $P<0.01$ 为具有极显著性差异为判断标准。N 为样本量。Mean 为样本中 TFA 平均含量。

由上表结果可见，不同时间检测的玉米油、菜籽油、大豆油、调和油、花生油、夹心饼干、派中的 TFA 平均含量具有显著性差异，而其他各类食物中 TFA 平均含量没有显著性差异。2007 年后某些植物油中 TFA 显著下降。在最终计算各类食物中 TFA 含量时，具有统计学显著差异的食物将采用 2007 年以后的 TFA

含量数据，而不具有统计学差异的食物则采用全部 TFA 含量数据，最终各单位提供的数据用于评估的共计 1021 条。在对 TFA 不良健康作用认识不断深入，而业界也逐渐改进工艺使食品中 TFA 含量不断降低的前提下，对数据进行如此处理使评估更接近现实情况。

通过数据审核和差异分析，最终用于本次评估的 TFA 含量数据为 2613 条。

5.3.2.3 低于检出限测定值的处理

本次评估充分考虑 WHO 全球环境监测系统/食品污染监测与评估规划（GEMS/FOOD）第二次会议上提出的“食品中低水平污染物可信评价”原则^[90]和本次 TFA 检测的特殊性。由于本次检验方法的检出限（LOD）是以油脂含量的 0.1%（一般样品）或 0.05%（纯油脂）计，因此按油脂折算成食品样品中 TFA 含量（g/100 g 样品）后，其 LOD 非常低，其取值对结果的影响很小。以消费量最高（83.2 g/d）的液态乳为例（共 39 条数据，其中 8 份样品未检出），分别按 0 和 1/2 LOD 计算，每日的 TFA 摄入量分别为 0.0708450 g 和 0.0702418 g，差异仅为 0.85%。当除以 10^3 数量级的能量值计算供能比时，按 0 和 1/2 LOD 取值计算出的 TFA 供能比之间的差异更低。因此，未检出值采用 1/2 LOD 对最终评估结果的影响可以忽略不计。为便于计算，本次评估中未检出数据按 0 值计算。

5.4 TFA 含量分析

各大类食品样本量、TFA 含量均值、最大值（均以 g/100g）见表 4。

表4 各类食品中 TFA 样本量及含量

食品种类	样本量	TFA 含量 (g/100 g)		
		均值	中位数	最大值
焙烤食品	682	0.41	0.11	8.64
调味品	98	0.35	0.05	4.12
冷冻饮品	99	0.09	0.05	0.53
膨化食品	224	0.16	0.04	7.01
巧克力、糖果	135	0.89	0.16	15.60
乳及乳制品	262	0.83	0.20	10.34
速食食品	274	0.11	0.04	3.92
小吃	86	0.24	0.12	2.74
畜肉及制品	92	0.30	0.11	2.14
固体饮料类	115	0.25	0.07	3.42
植物油	451	0.86	0.65	4.68
禽肉制品	53	0.16	0.07	1.86
油饼油条	42	0.31	0.13	3.64
总计	2613	0.46	0.11	15.60

从表 4 可以看出, 13 大类食品中均检出 TFA, 其中巧克力糖果类食品中 TFA 平均含量最高, 达 0.89 g/100g, 植物油 TFA 平均含量次之, 为 0.86 g/100g。焙烤食品、调味品、油饼油条含量在 0.3-0.5 g/100g 之间, 冷冻饮品 TFA 含量均值最低, 为 0.09 g/100g。巧克力糖果类 TFA 平均含量最高, 主要是部分巧克力中使用了 TFA 含量高的原料——代可可脂, 这部分代可可脂巧克力有 7 份 TFA 含量在 9.00 g/100 g 以上, 最高达 15.60 g/100 g。

对于天然来源的 TFA, 乳及乳制品中的 TFA 平均含量为 0.83 g/100 g, 主要受奶油中 TFA 含量较高所影响 (见 5.4.3); 畜肉及其制品中的 TFA 平均含量为 0.30 g/100 g。

5.4.1 焙烤食品

焙烤食品分为 4 个亚类, 饼干、糕点、面包、月饼, TFA 平均含量分别为 0.43、0.53、0.31、0.04 g/100 g, 各类样品 TFA 含量多数呈明显的偏态分布。经过三级分类后的焙烤食品 TFA 含量如下:

饼干: TFA 平均含量最高的前三种饼干依次为威化饼干 (0.81 g/100 g)、夹心饼干 (0.65 g/100 g)、曲奇饼干 (0.25 g/100 g), 见表 5。34 份威化饼干样品中, 大部分检测值在 0-0.24 g/100 g 之间, 其中 6 份未检出 TFA 或 TFA 含量在检出限以下, 仅有 4 份标示为“.....奶油/牛奶威化饼”、“.....巧克力威化饼”样品的 TFA 含量在 5.00-7.00 g/100 g 之间。85 份夹心饼干样品中, TFA 含量小于 0.50 g/100 g 的样品共 60 份, 占总样本量的 70.5%; TFA 含量在 0.50-1.00 g/100 g 之间的样品 7 份, 大于 3.00 g/100 g 的样品 3 份, 其余 15 份样品 TFA 含量在 1.00-3.00 g/100 g 之间。威化饼干和夹心饼干的 TFA 含量分布见图 3。

表5 各类饼干中 TFA 含量

饼干分类	样本量	TFA 含量 (g/100 g)		
		均值	中位数	最大值
蛋卷	13	0.21	0.09	1.00
夹心	85	0.65	0.15	6.11
曲奇	32	0.25	0.10	1.84
苏打	30	0.13	0.05	1.57
酥性	47	0.22	0.09	1.41
威化	34	0.81	0.08	7.03
其他饼干	17	0.14	0.08	0.89
饼干合计	258	0.43	0.10	7.03

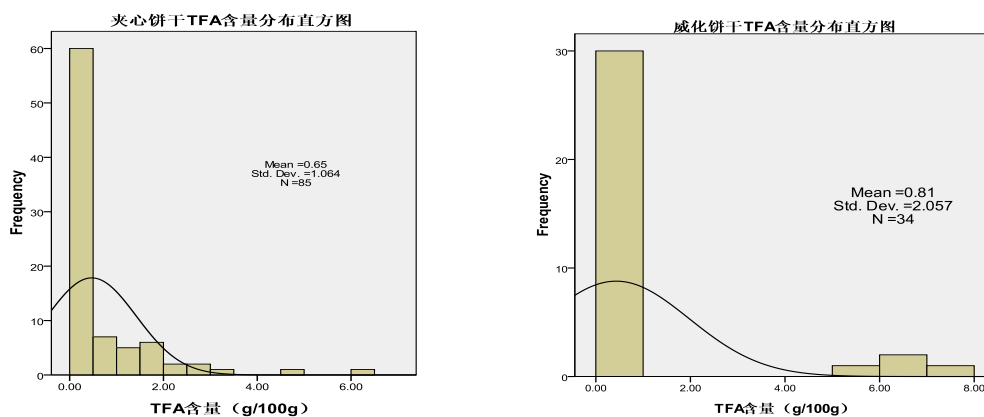


图3 夹心饼干和威化饼干 TFA 含量分布图

糕点：本次评估将糕点分为蛋糕（包括制售或预包装两种）、派、泡夫、萨其马、其他糕点（包括中国传统的糕点或西式硬饼）五类。其中泡夫 TFA 含量均值最高，0.82 g/100 g，萨其马含量最低，0.08 g/100 g（表 6）。14 份泡夫蛋糕样品，0-0.58g/100 g 样品共计 11 份，其余 3 份样品含量 1.72 g/100 g 以上；67 份蛋糕样品中，TFA 含量为 2.00-8.64 g/100 g 之间的样品有 8 份，0-0.50 g 之间的样品共计 49 份，约占总样本量的 73%，含量最高的样品标称为“……巧克力蛋糕”；40 份派中，TFA 含量大于 1.00 g/100 g 仅 4 份，而 30 份样品 TFA 含量在 0-0.50 g/100 g 之间；90.6%的其他糕点（包括中国传统的糕点或西式硬饼），TFA 含量在 0.65g/100 g 以下，蛋糕和派的含量分布见图 4。

表6 各类糕点 TFA 含量

分类	样本量	TFA 含量 (g/100g)		
		均值	中位数	最大值
蛋糕	67	0.71	0.12	8.64
派	40	0.54	0.20	3.64
泡夫	14	0.82	0.36	3.58
萨其马	14	0.08	0.07	0.25
其他糕点	53	0.33	0.09	3.87
糕点合计	188	0.53	0.15	8.64

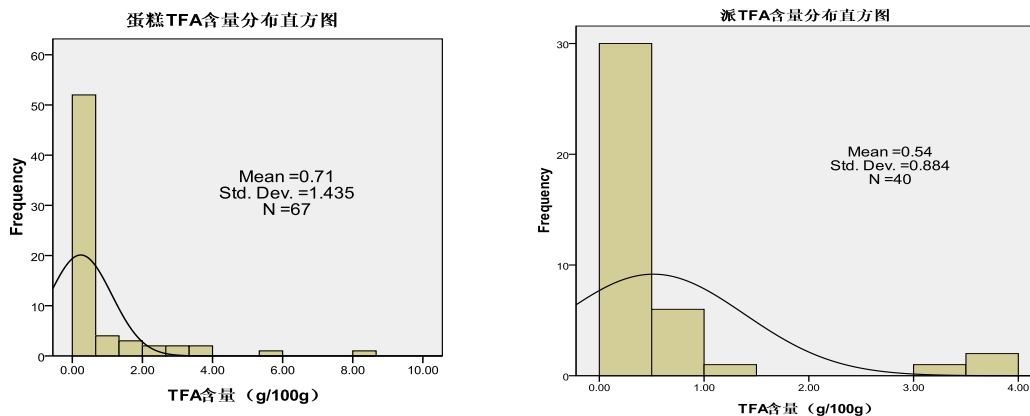


图4 蛋糕和派中 TFA 含量分布图

面包: 面包中 TFA 含量均值在 0.01-0.83 g/100 g 之间, 牛角/羊角面包平均含量最高, 为 0.83 g/100 g, 奶油面包和奶酪面包 TFA 含量约为 0.4 g/100 g, 而其他面包 (普通切片面包、夹馅儿面包等) 的 TFA 平均含量很低, 仅为 0.01 g/100 g (表 7)。牛角/羊角面包 29 份样品中有 15 份 TFA 含量在 0.50 g/100 g 以下, 0.50-1.00 g/100g 有 5 份, 9 份样品 TFA 含量大于 1.00 g/100 g; 86 份奶油面包, TFA 含量 0-0.50 g/100 g 的样品占 73.3%, 大于 1.00 g/100 g 样品共计 12 份, 面包中 TFA 含量分布见图 5。

表7 面包中 TFA 含量

分类	样本量	TFA 含量 (g/100g)		
		均值	中位数	最大值
奶酪面包	12	0.41	0.19	2.10
奶油面包	86	0.48	0.28	4.24
牛角/羊角	29	0.83	0.46	3.03
其他面包	100	0.01	0.00	0.21
面包合计	227	0.31	0.13	4.24

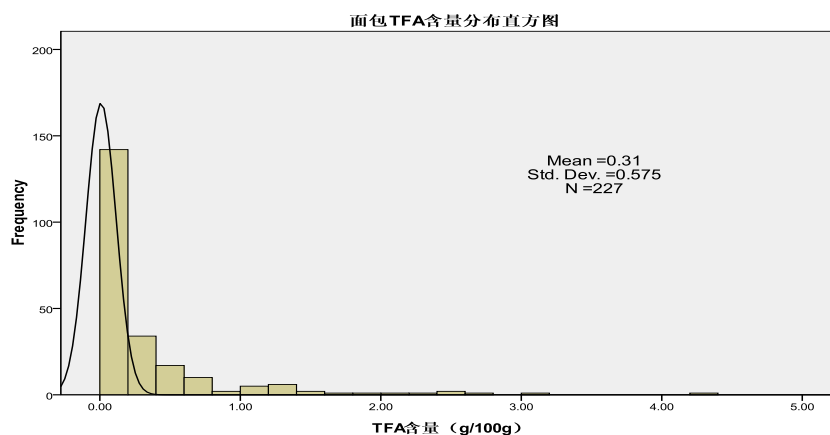


图5 面包中 TFA 含量分布图

5.4.2 植物油

由表 8 中可见，植物油中 TFA 平均含量为 0.86 g/100 g，其中含量较高的包括玉米油、葵花籽油、菜籽油和调和油，均在 1.00 g/100 g 以上。含量最低的是橄榄油，仅为 0.03 g/100g。植物油 TFA 含量的分布图见图 6。

表8 各种植物油中 TFA 含量

分类	样本量	TFA 含量 (g/100g)		
		均值	中位数	最大值
菜籽油	39	1.27	1.10	3.36
茶籽油	26	0.32	0.27	1.20
大豆油	52	0.96	0.89	3.03
调和油	77	1.17	1.15	2.85
橄榄油	41	0.03	0.00	0.30
花生油	37	0.53	0.14	3.28
葵花籽油	52	1.29	1.21	4.68
玉米油	41	1.35	1.48	2.95
芝麻油	49	0.63	0.50	2.32
棕榈油	9	0.53	0.33	2.14
其他植物油	28	0.41	0.00	2.96
植物油合计	451	0.86	0.65	4.68

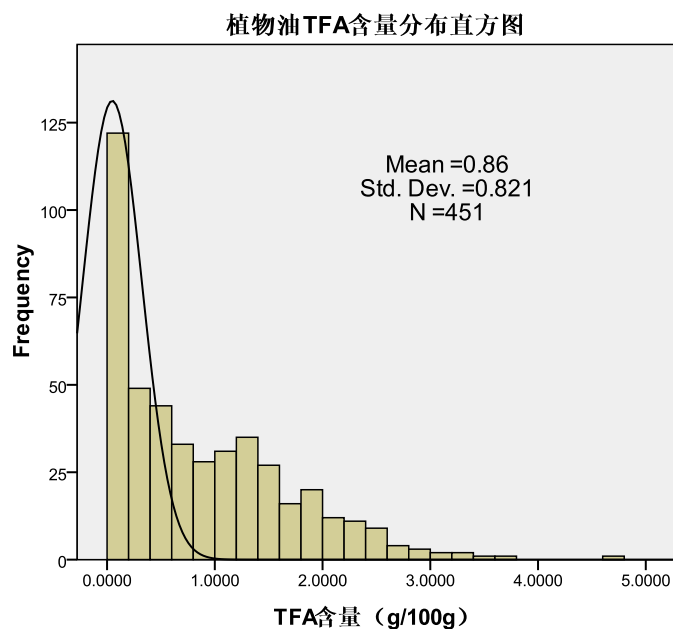


图6 植物油含量分布图

5.4.3 乳及乳制品

作为 TFA 的天然来源，液态乳、发酵乳中的 TFA 含量均低于 0.08 g/100 g，

不含氢化植物油的天然奶油、黄油的 TFA 含量均值为 2.53 g/100 g，略高于含有氢化植物油的加工来源人造奶油、黄油（2.18 g/100 g），说明风险管理部门通过相应措施对氢化来源的 TFA 进行管控，以及业界通过改变氢化工艺生产 TFA 含量低或者为 0 的氢化油脂^[91]，有效地降低了奶油、黄油中的 TFA 含量，与国际上其他国家的情况相似^[92,93]。乳粉的 TFA 平均含量为 0.26 g/100 g，其中婴幼儿配方乳粉 TFA 平均含量为 0.21 g/100 g。乳及乳制品中 TFA 含量见表 9。

表9 乳及乳制品类 TFA 含量

分类	样本量	TFA 含量 (g/100 g)		
		均值	中位数	最大值
液态乳	39	0.08	0.07	0.45
发酵乳	44	0.07	0.06	0.19
奶酪	41	0.64	0.57	1.46
乳粉	63	0.26	0.22	1.68
奶油、黄油 (合计)	75	2.24	1.13	10.34
人造	41	2.18	0.83	10.34
天然	27	2.53	2.60	5.50
未知*	7	1.51	0.58	3.55
乳及乳制品合计	262	0.83	0.20	10.34

* 缺乏样品描述，无法按来源进行归类。

5.4.4 畜肉及制品

生鲜牛羊肉的 TFA 平均含量为 0.40 g/100 g，略高于牛羊肉制品 0.32 g/100 g，主要因为生鲜牛羊肉中肥瘦肉混样测定，而牛羊肉制品中肥肉很少所致。测定的猪肉制品（包括炸猪排，猪肉肠等）中 TFA 含量仅为 0.04 g/100 g（表 10）。

表10 畜肉制品中 TFA 含量

分类	样本量	TFA 含量 (g/100 g)		
		均值	中位数	最大值
猪肉制品	16	0.04	0.05	0.10
牛羊肉制品	44	0.32	0.11	2.14
生鲜牛羊肉	32	0.40	0.28	1.45
畜肉及制品	92	0.30	0.10	2.14

5.4.5 速食食品

TFA含量最高的为比萨，0.59 g/100 g，这与比萨饼制作工艺中一般涂抹乳酪有关。非油炸方便面和油炸方便面中TFA平均含量均为 0.07 g/100 g¹，TFA主要来源于其酱包/油包。速冻食品中，往往因为工艺要求，会加入极少量的氢化油脂，从分析的速冻食品结果可以看出，其中TFA含量并不高（表 11）。

表11 速食食品中 TFA 含量

分类	样本量	TFA 含量 (g/100 g)		
		均值	中位数	最大值
非油炸方便面	27	0.07	0.05	0.19
油炸方便面	53	0.07	0.03	0.23
*方便面合计	80	0.07	0.06	0.23
汉堡/三明治	29	0.18	0.14	0.98
比萨	9	0.59	0.17	3.92
快餐合计	38	0.28	0.15	3.92
包子、饺子、烧卖	54	0.02	0.01	0.18
汤圆	18	0.08	0.04	0.72
速冻食品合计	72	0.03	0.01	0.72

* 方便面样品 TFA 测定时，部分是酱包、面饼分开测定的，此表是二者最终合并后的结果，故其总样本量、TFA 含量方面与表 4 有所差异。

5.4.6 调味品

各类调味品中 TFA 含量见表 12。固体汤料中 TFA 含量最高，平均 0.69 g/100 g，花生酱样品均值为 0.45 g/100 g。40 份辣油、花椒油、辣酱类制品中有 5 份 TFA 含量超过 0.5 g/100 g。

表12 调味品中 TFA 含量

分类	样本量	TFA 含量 (g/100 g)		
		均值	中位数	最大值
花生酱	5	0.45	0.00	2.24
辣油、花椒油、辣酱	40	0.20	0.06	1.01
沙拉酱	27	0.22	0.00	1.14
固体汤料	26	0.69	0.13	4.12
调味品合计	98	0.35	0.06	4.12

5.4.7 膨化食品

膨化食品中 TFA 含量不高，薯条/薯片的 TFA 平均含量为 0.23 g/100 g，锅

¹ 部分方便面面饼和酱包/油包的 TFA 为分开测定，对于这类样品，采取如下公式计算方便面的 TFA 含量：TFA 含量(g/100g) = (面饼重 × 面饼中 TFA 含量 + 酱包或油包重 × 酱包或油包中 TFA 含量) / 总重 × 100

巴和虾条/虾片的 TFA 平均含量低于 0.1 g/100 g (表 13)。

表13 膨化食品中 TFA 含量

分类	样本量	TFA 含量 (g/100g)		
		均值	中位数	最大值
锅巴	43	0.09	0.07	0.39
薯条/薯片	98	0.23	0.03	7.01
虾条/虾片	30	0.08	0.06	0.37
其他膨化食品	53	0.15	0.04	2.33
膨化食品合计	224	0.16	0.04	7.01

98 份薯条/薯片样品中, 93 份含量在 0.50 g/100 g 以下, 超过 0.50 g/100 g 的样品仅有 5 份。

5.4.8 巧克力、糖果

巧克力、糖果类中, TFA 平均含量较高的为代可可脂巧克力和太妃糖, 分别为 2.66 g/100 g 和 1.46 g/100 g (表 14)。37 份代可可脂巧克力中大部分 (25 份) TFA 含量在 0 至 0.50 g/100 g 之间, 然而有 7 份样品含量在 9.00 g/100 g 以上, 其中标称为“.....麦丽素”的样品 TFA 含量高达 15.60 g/100 g, 其余有 5 份样品 TFA 含量为 0.50 -5.00 g/100 g; 20 份太妃糖样品中, 11 份含量在 0 至 0.50 g/100 g 之间, TFA 含量在 0.5 g/100 g 以上的 9 份样品中, 2 份样品 TFA 含量在 1.00 g/100g 以上。

表14 巧克力、糖果类食品中 TFA 含量。

分类	样本量	TFA 含量 (g/100 g)		
		均值	中位数	最大值
代可可脂巧克力	37	2.66	0.18	15.60
巧克力	35	0.14	0.10	0.67
未知类别巧克力 ¹	6	0.30	0.06	1.37
巧克力合计	78	1.35	0.12	15.60
奶糖	24	0.22	0.20	0.60
太妃糖	20	0.46	0.42	1.19
酥糖及其他	13	0.01	0.00	0.17
糖果合计	57	0.26	0.17	1.19

¹ 收集的数据中, 样品描述不清, 不能确定是否为巧克力或代可可脂巧克力。

5.4.9 小吃

小吃类食品中，TFA 含量小于 0.50 g/100 g 的占 89.5%，其中 TFA 含量较高的主要集中在含油量较高或经过油炸的食品中，如麻花、馅饼类。麻花平均 TFA 含量最高，为 0.42 g/100 g（表 15）。

表15 各类小吃 TFA 含量

分类	样本量	TFA 含量 (g/100 g)		
		均值	中位数	最大值
馅饼类	17	0.26	0.17	0.89
麻花	17	0.42	0.13	2.74
丸子	7	0.13	0.08	0.63
炸糕/麻团	8	0.05	0.04	0.17
其他小吃	37	0.21	0.16	1.25
小吃合计	86	0.24	0.12	2.74

5.4.10 固体饮料

固体饮料类中，奶茶、奶精中 TFA 均值最高，为 0.41 g/100 g；53 份样品中，79%（42 份）TFA 含量在 0.50 g/100 g 以下，1.00 g/100 g 以上的样品共计 8 份，某品牌奶茶 TFA 含量高达 3.42 g/100 g。

56 份速溶咖啡/咖啡伴侣样品中，TFA 含量均值 0.12 g/100 g；其中 0-0.10 g/100 g 之间的样品共 40 份（占 71.4%），0.10-1.00 g/100 g 之间的样品有 15 份，1 份样品 TFA 含量为 2.02 g/100 g；咖啡伴侣（9 份）TFA 含量均值为 0.03 g/100 g，其中 5 份含量为 0；速溶咖啡（含伴侣，共 47 份）TFA 平均含量为 0.14 g/100 g。各类固体饮料中 TFA 含量见表 16。

表16 固体饮料 TFA 含量

分类	样本量	TFA 含量 (g/100g)		
		均值	中位数	最大值
奶茶/奶精	53	0.41	0.09	3.42
其他固体饮料	6	0.05	0.04	0.11
速溶咖啡（含伴侣）	47	0.14	0.01	2.02
咖啡伴侣	9	0.03	0	0.11
速溶咖啡/咖啡伴侣合计	56	0.12	0.01	2.02
固体饮料合计	115	0.25	0.07	3.42

5.5 食物消费量数据分析

5.5.1 数据来源

为保证本次 TFA 评估的精确性，评估时将上述 13 大类食品细分成 29 亚类（见表 18），各类食品的消费量数据来自“2002 年中国居民营养与健康状况调查”结果和 2011 年“北京、广州两市 3 岁及以上人群含 TFA 食物消费状况典型调查”数据。

2002 年中国居民营养与健康状况调查是采用多阶段分层整群随机抽样方法，按照经济发展水平及类型将全国各区县划分为大城市、中小城市、一类农村、二类农村、三类农村、四类农村共 6 类地区，利用连续 3 天 24 小时回顾法和三天家庭食物称重法，获得了全国共计 68,959 名调查对象的食物消费量数据。本次评估利用该数据计算并比较全国不同类型地区居民的 TFA 摄入水平。

2011 年“北京、广州两市 3 岁及以上人群含 TFA 食物消费状况典型调查”是采用多阶段整群随机抽样方法，以满足对北京、广州两个城市具有 TFA 摄入人群代表性为原则，分别在两个城市各抽取 4 个城区，每个城区随机抽取 6 个居委会，每个城市共抽取 5,120 名调查对象。采用三天家庭食物称重法、连续三天 24 小时膳食回顾法和过去 3 个月内含 TFA 食物摄入频率调查法进行调查，含 TFA 食物的种类主要包括：焙烤食品、调味品、冷冻饮品、膨化食品、巧克力糖果类、禽肉制品、乳及乳制品、畜肉及制品、油饼油条、植物油、小吃、速食食品、固体饮料等共计 13 大类食品，共获得 10,533 名调查对象的食物消费量数据。本次评估利用该数据计算大城市不同年龄组人群的 TFA 摄入水平。

5.5.2 人群分组

根据人群能量摄入量 and 食物消费模式，将 2011 年“北京、广州两市 3 岁及以上人群含 TFA 食物消费状况典型调查”的调查对象分成 3-6 岁、7-12 岁、13-17 岁及 18 岁以上年龄组，各年龄组人群信息见表 17。

表17 2011年北京、广州两城市典型调查的调查对象年龄分布

年龄分组	调查人数	人数比例 (%)
3-	1,950	18.5
7-	2,194	20.8
13-	1,965	18.7
18-	4,424	42.0
合计	10,533	100.0

5.5.3 目标食物的平均消费量

与 2002 年大城市平均消费水平相比, 2011 年北京、广州两城市居民的糕点、饼干、乳制品 (包括液态乳和发酵乳)、比萨、汉堡、三明治等 TFA 含量较高的目标食物的消费量有所增加, 尤其是液态乳和发酵乳消费量由 2002 年的 47.9 g/d 增加 2011 年的 107.4 g/d, 面包消费量由 2002 年的 6.8 g/d 增加 2011 年的 21.0 g/d。而植物油和油饼、油条等食品的消费量略有下降。

表18 不同调查人群含 TFA 食物的平均消费量 (g/d)

食物类别	2002 年调查 (全国)	2002 年调查 (大城市)	2011 年调查 (北京、广州)
饼干	0.9	2.9	3.2
糕点	1.8	3.6	4.2
牛角/羊角面包	0.008	0.04	0.7
其他面包	1.7	6.7	19.9
奶油面包	0.025	0.1	0.4
月饼	2.1	2.6	0.1
调味品酱类	1.8	1.5	1.1
冷冻饮品	0.2	0.4	5.5
膨化食品	—	—	1.4
巧克力 (合计)	0.028	0.08	0.4
糖果	0.083	0.08	0.2
禽肉制品	0.8	1.9	2.7
液态乳	14.8	42.5	83.2
发酵乳	1.5	5.4	24.2
奶酪	0.1	0.3	0.2
奶油黄油	0.4	0.05	0.1
乳粉	0.3	0.3	1.1
方便面	2.6	1.9	2.6
比萨汉堡三明治	—	—	5.3
速冻食品	—	—	19.9
小吃	5.5	5.7	3.5
牛羊肉制品	1.0	0.97	1.4
生鲜牛羊肉	7.7	11.9	15.2
猪肉制品	3.0	4.1	6.1
奶茶/奶精	0.01	0.03	0.02
其他固体饮料	—	—	0.3
速溶咖啡/咖啡伴侣	—	—	1.6
油饼油条	4.5	7.7	4.2
植物油	31.3	40.1	30.9

*—: 2002 年膳食调查没有食物编码, 数据库中没有该类食物的消费量。

5.5.4 目标食物消费量分布 (2011 年)

食用植物油、生鲜牛羊肉、糕点和液态乳的消费量分布见图 7-图 10。除植物油的消费量趋于正态分布之外, 其他三类食品的消费量均为偏态分布。

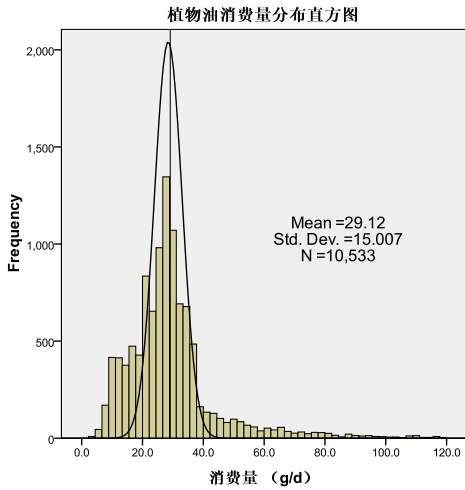


图7 食用植物油消费量分布

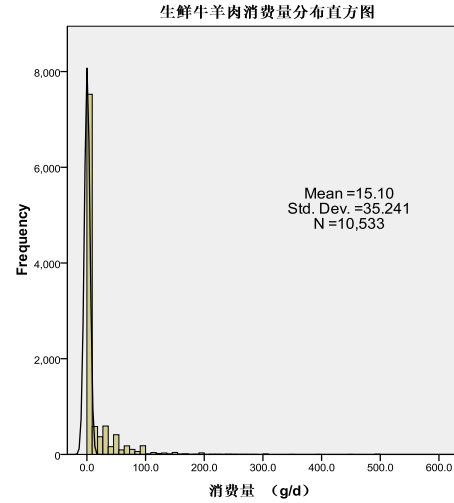


图8 生鲜牛羊肉消费量分布

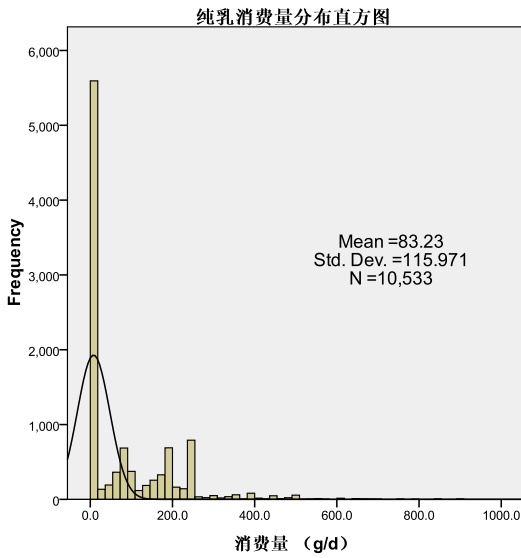


图9 液态乳消费量分布

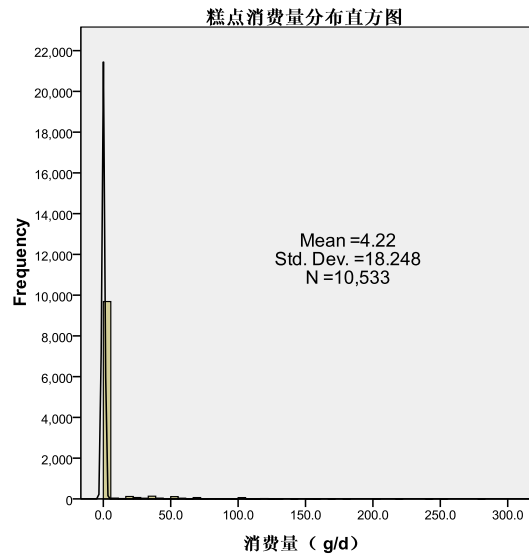


图10 糕点消费量分布

5.6 TFA 摄入量与供能比评估

5.6.1 全国不同类型地区人群的 TFA 摄入水平（基于 2002 年食物消费量）

从表 19 可见，全国总人群的 TFA 平均摄入量为 0.39 g/d，相当于膳食摄入能量的 0.16%（即 TFA 平均供能比），其中城市居民的 TFA 摄入量（0.52 g/d）和供能比（0.25%）高于农村居民。对不同类型城市（大城市和中小城市）居民进行分析后发现，大城市居民的 TFA 摄入量（0.53 g/d）和供能比（0.26%）也高于中小城市居民。

表19 2002年中国居民 TFA 平均摄入量和供能比

地区类型	平均摄入量 (g/d)	平均供能比 (E%)
大城市	0.53	0.26
中小城市	0.50	0.23
城市合计	0.52	0.25
一类农村	0.34	0.14
二类农村	0.37	0.15
三类农村	0.35	0.14
四类农村	0.25	0.10
农村合计	0.33	0.13
全国合计	0.39	0.16

5.6.2 北京、广州两城市居民 TFA 摄入水平（基于 2011 年食物消费量）

5.6.2.1 不同年龄组人群 TFA 摄入水平

如表 20、表 21 所示，北京、广州两城市居民的 TFA 平均摄入量为 0.55 g/d，平均供能比为 0.30%，摄入量和供能比的 P97.5 分别为 1.45 g/d 和 0.72%。在各年龄组中，以 13-17 岁年龄组人群的 TFA 平均摄入量最高，为 0.61 g/d，而 TFA 平均供能比最高的人群为 3-6 岁年龄组，为 0.34%。从个体 TFA 供能比在人群中的分布来看，供能比超过 1% 者的比例仅为 0.42%（图 11）。

表20 北京、广州两城市居民 TFA 摄入量 (g/d)

年龄组	平均值	P50	P90	P95	P97.5
3-	0.49	0.43	0.82	0.99	1.23
7-	0.54	0.47	0.96	1.16	1.41
13-	0.61	0.49	1.10	1.38	1.65
18-	0.56	0.46	1.02	1.28	1.51
合计	0.55	0.46	0.99	1.23	1.45

表21 2011年北京、广州两城市居民 TFA 供能比 (E%)

年龄组	平均值	P50	P90	P95	P97.5
3-	0.34	0.33	0.56	0.67	0.79
7-	0.30	0.28	0.54	0.63	0.78
13-	0.32	0.30	0.55	0.66	0.80
18-	0.29	0.26	0.49	0.57	0.65
合计	0.30	0.28	0.53	0.62	0.72

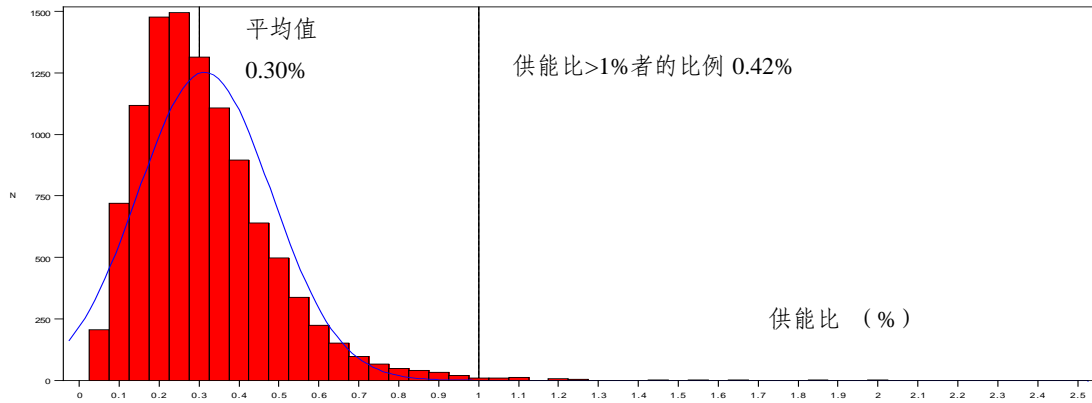


图11 TFA 供能比的人群分布

供能比超过 1% 的被调查人共计 44 人，包括 26 名男性和 18 名女性。从年龄构成来看，主要集中在 17 岁以下（38 人），其中 31 人为在校学生，7 人为学龄前儿童。供能比超过 1% 的 44 人的各类含 TFA 食物的消费量均普遍较高。

5.6.2.2 不同类食物对 TFA 摄入的贡献率

本次评估中各类食品对北京、广州两城市居民膳食 TFA 摄入的贡献率见表 22。加工食品是两城市居民膳食 TFA 的主要来源，占总摄入水平的 71.2%，其中植物油是各类食品中对膳食 TFA 摄入贡献率最高的，约占 49.8%；其他加工食品的贡献率均较低，如糕点、饼干、面包等常见食品的贡献率分别为 4.1%、2.5% 和 2.3%。天然来源 TFA 约占居民膳食 TFA 摄入水平的 28.8%，其中贡献最大的是液态乳，为 12.8%，其次为牛羊肉及制品（11.8%）和发酵乳等（4.3%）。对于代可可脂巧克力、人造黄油等 TFA 含量很高的食品，因其消费量低，对膳食 TFA 摄入的贡献率不足 1%。

表22 不同 TFA 来源的食物贡献率（按供能比计算）

TFA 来源	食品名称	贡献率 (%)
加工来源	植物油	49.81
	糕点（包括蛋糕、派、萨其马、其他糕点）	4.05
	比萨汉堡三明治	2.65
	饼干	2.50
	油饼油条	2.36
	面包（包括牛角、奶油及其他）	2.31
	其他*	7.49
	小计	71.17
天然来源	液态乳	12.75
	生鲜牛羊肉及制品	11.79
	发酵乳和其他乳制品	4.29
	小计	28.83

* 其他类包括：方便面、小吃、速冻食品、膨化食品、巧克力（合计）、糖果、速溶咖啡/咖啡伴侣、冷冻饮品、禽肉制品、其他固体饮料、奶茶/奶精、月饼、酱类等。

5.6.2.3 部分食品最大消费量估计（以 TFA 摄入量不超过膳食总能量的 1% 为标准）

假设全国成年男子每日含 TFA 食物消费量均达到 2011 年北京、广州两城市全人群的平均消费量（表 18），以《中国居民膳食营养素参考摄入量》建议的 18 岁轻体力活动成年男子每日能量建议摄入量 2400 kcal/d 为基础，利用各类食物中 TFA 的平均含量，根据 TFA 供能比低于 1% 的建议目标，估算贡献率较高和 TFA 平均含量较高的各类食物的每天最大消费量（见表 23）。计算公式如下：

$$MAX_a = \frac{\left[R - \sum_{i=1}^n (F_i \times C_i / 100) \right] + F_a \times C_a / 100}{C_a / 100}$$

式中：

MAX_a — a 类食物的平均每日最大消费量估计值；

R — 建议的 TFA 理论上限值（2400 kcal×1%÷9 kcal/g≈2.7g）

F_i — 第 i 类食物的消费量（g）

C_i — 第 i 类食物中 TFA 平均含量（g/100g）

F_a — a 类食物平均每日的消费量（g）

C_a — a 类食物中 TFA 平均含量（g/100g）

即以每天成年男子平均摄入 TFA 上限（2.7 g），减去各类食物提供的 TFA 总和（约 0.6 g），得到成年男子还允许摄入的 TFA 量（2.1 g），加上多扣除的某类食物提供的 TFA 量，再除以该类食物 TFA 的平均浓度，即得出该类食物消费量最大值。由表 23 可见，在目前含量水平下，植物油等 TFA 含量较高的食品的估计最大消费量远远高于人群可达到的长期平均消费量水平。例如，对于 TFA 含量较高的奶油、黄油（含天然及加工来源，2.24 g/100 g，下同），长期食用时，每天消费量不宜超过 92.2 g。

表23 TFA 贡献率较高的食品的最大消费量估计

食品种类	估计的最大消费量（g）
植物油	263.4
生鲜牛羊肉	531.4
液态乳	2531.1
糕点	394.5
发酵乳	2790.2
奶油面包	460.7
牛角/羊角面包	250.7
巧克力（合计）	153.8
奶油、黄油	92.2

6. 风险特征描述

6.1 各类食物中 TFA 含量分析

本次评估所用的 TFA 含量数据显示,除植物油、奶油、黄油之外,其他大部分食物中的 TFA 含量呈明显的偏态分布,即 TFA 含量低的样品占大多数,并且同种食品中的最大值和最小值相差较大。以代可可脂巧克力为例,虽然 TFA 的平均含量最高(2.66 g/100 g),但进一步分析发现,7 份代可可脂巧克力样品的 TFA 含量在 9.00 g/100 g 以上(最高达 15.60 g/100 g)是造成该类食品 TFA 平均含量最高的主要原因。总体来看,大部分(25 份)代可可脂巧克力样品的 TFA 含量在 0 至 0.50 g/100g 之间,37 份代可可脂巧克力的 TFA 含量中位数较低(0.18 g/100 g),说明代可可脂巧克力中 TFA 含量存在较大差异,需要重点关注那些含量较高的品牌或样品。

面包、乳制品等消费量大的食物的 TFA 含量较高(如面包为 0.31 g/100 g,乳制品为 0.83 g/100 g),这主要由其中部分亚类食品的 TFA 含量较高所致。例如,牛角/羊角面包的 TFA 含量为 0.83 g/100 g,远高于消费量较大的切片面包(TFA 含量仅为 0.01 g/100 g),导致面包的 TFA 平均含量较高。同样,在乳制品中,消费量大的液态乳和发酵乳的 TFA 含量低于 0.08 g/100 g,但消费量很低的天然和人工奶油、黄油的 TFA 平均含量高达 2 g/100 g 以上,后者是造成乳制品中 TFA 含量较高的主要原因。

6.2 我国居民的 TFA 摄入风险

基于 2002 年全国居民营养与健康状况调查的食物消费量所作的评估显示,全国总人群的 TFA 平均供能比为 0.16%,远低于 WHO 的建议水平(1%);大城市居民的 TFA 平均摄入量和供能比(0.53 g/d,0.26%)稍高于中小城市(0.50 g/d,0.23%)和农村居民(0.33 g/d,0.13%)。鉴于 2002 年至今,中国居民的食物消费已发生了相当变化,此评估结果只能作为 2011 年评估的基础。2011 年在北京、广州两城市进行的典型膳食调查反映了当前大城市居民对含 TFA 食物的消费状况。以此进行的 TFA 评估结果显示,两城市居民及各年龄组人群的 TFA 平均供能比均未超过 WHO 建议的上限值(1%)的 1/2。全人群的 TFA 平均供能比(0.3%)稍高于 2002 年大城市居民的结果,与 2003 年营养与血压的国际合作研究

(INTERMAP) 的结果相当^[94]。两城市 3-6 岁年龄组人群的 TFA 平均供能比最高, 为 0.34%。各年龄组 TFA 供能比的高端百分位数值(P97.5)为 0.65%-0.80%, 亦未超过 WHO 建议的上限值(1%)。在整个人群中, TFA 供能比超过 1% 的人群比例仅为 0.42%。表明北京、广州两城市居民膳食摄入 TFA 的健康风险很低。鉴于大城市居民的 TFA 摄入水平高于其他类型地区(中小城市和农村)的居民, 本次评估结果提示, 我国居民总体的膳食 TFA 摄入的健康风险很低。

6.3 我国居民 TFA 摄入水平与其他各国的比较

1997-1999 年, 曾在我国农村地区抽样调查(男性 416 人、女性 423 人)的 INTERMAP 研究结果^[94]显示, 男性和女性 TFA 供能比均为 0.2%。我国 2011 年北京、广州为代表的大城市居民 TFA 供能比为 0.3%, 与其他国家/地区的研究结果相比, 我国 TFA 供能比最低(见图 12)。美国 TFA 供能比为我国大城市的 8.3 倍, 日本为我国大城市的 2.7 倍, 伊朗是我国大城市的 14 倍^[95-100]。由于不同国家进行评估的时间不同, 研究中所采用的评估方法、年龄分组、食物分类方法、食物消费量数据采集方法等各异, 最终获得的膳食 TFA 摄入水平均存在一定的不确定性。

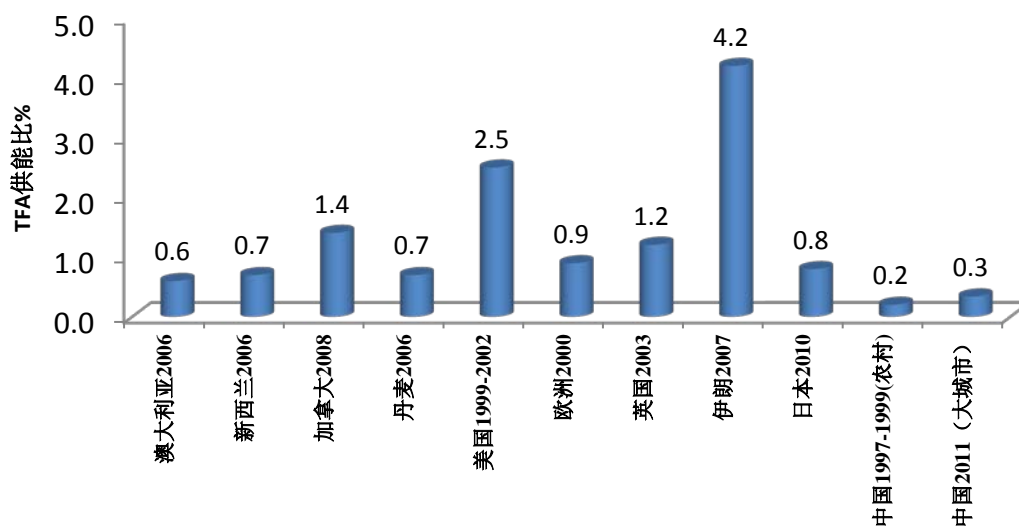


图12 不同国家膳食 TFA 摄入的供能比

7. 不确定性分析

本次评估中由于资料和数据方面的原因, 存在如下几方面的不确定因素。在应用本报告的结果和结论时必须考虑到这些不确定因素可能带来的影响。

7.1 消费量数据的不确定性

评估我国全人群 TFA 摄入量和供能比时，采用的消费量数据来自“2002 年全国营养与健康状况调查”。但 10 年以来，随我国食品工业的迅速发展和人民生活饮食结构的变迁，目前的食物消费模式和消费量与 2002 年相比存在一定差异，这种不确定性会给评估结果带来误差。根据我国居民对加工食物消费水平普遍增加的趋势分析，基于 2002 年全国营养与健康状况调查数据所评估的全人群 TFA 摄入水平偏低；2011 年在北京和广州两城市进行的含 TFA 食物消费量典型调查，所获得的数据更接近目前我国大城市居民的食物消费水平，但由于调查点较少，未覆盖我国其他区域，并不能完全代表全国大城市居民的膳食模式。

7.2 因食物聚类导致的不确定性

本次评估按照中国食物成分表中的食物类别进行问卷设计并开展膳食调查。由于含 TFA 的加工食品种类繁多，且部分食品分类模糊，膳食调查中所获得的食物消费量数据与专项采样检测所获得的 TFA 含量数据库中的食物类别无法完全匹配。因此，在计算 TFA 摄入水平时必须根据食物的某些共有特性（如组分、加工工艺等）将含有 TFA 的食品进行聚类，这种聚类可能给评估结果带来一定的不确定性。例如，在只有巧克力（合计）消费量数据的情况下，将代可可脂巧克力、巧克力及未知来源巧克力合并后，因代可可脂巧克力 TFA 含量较高而使合并后巧克力（合计）均值升高，造成 TFA 摄入量的高估。

7.3 情形假设带来的不确定性

根据文献资料信息和常规推测，本次评估假设部分食品如生鲜蛋类、鱼类、除牛羊肉之外的生鲜畜禽肉的 TFA 含量为零，牛油、羊油、猪油的消费量为零，未将上述食品纳入本次评估，有可能稍低估了 TFA 的摄入水平。

8. 结论与建议

越来越多的证据表明，过量摄入 TFA 可增加心血管疾病的风险。但 TFA 与其他疾病之间的关系尚缺少证据，不同来源和不同类型 TFA 对健康影响的差异尚不清楚。为避免过量摄入 TFA 带来的健康风险，WHO 在 2003 年建议膳食 TFA

的供能比应低于 1%。本次评估结果显示，基于 2002 年食物消费量的 TFA 平均摄入量 and 供能比数据，我国城市居民的 TFA 摄入水平（0.52 g/d, 0.25 %）高于农村居民（0.33 g/d, 0.13 %），其中大城市最高（0.53 g/d, 0.26 %）。根据 2011 年在北京、广州进行的典型膳食调查结果，两城市居民总人群及各年龄组人群的 TFA 平均供能比和高端百分位数值(P97.5)均未超过 WHO 建议的上限值(<1 %)，表明北京、广州两城市居民膳食中 TFA 的健康风险很低。

基于我国大城市居民的 TFA 平均摄入水平高于其他类型地区的居民摄入水平的情形，从本次主要针对大城市居民获得的评估结果进行推断，我国总体居民膳食中 TFA 的健康风险很低。需要说明的是，受消费量数据、食物聚类 and 情形假设的影响，本次评估存在一定的不确定性。

尽管目前我国一般居民通过膳食摄入的 TFA 水平不高，但是考虑到我国膳食的西方化趋势明显以及城市中 TFA 高端消费人群的增加，不能对 TFA 的健康危害掉以轻心，有必要提高城乡居民对 TFA 的科学认识，正确引导消费，同时要进一步降低加工食品的 TFA 含量，更好地保护我国消费者健康。为此，国家食品安全风险评估专家委员会提出如下建议：

1、食品工业界：

- 鉴于植物油对 TFA 摄入的贡献率接近 50%，食品工业界应进一步研发、推广植物油精炼的新工艺，在保证各种脂肪酸比例适宜的前提下，尽量降低植物油中 TFA 水平；
- 本次专项检测发现，威化饼干、夹心饼干、奶油蛋糕和奶油面包（表观可见奶油）、派等焙烤食品中的 TFA 含量较高（个别食品的 TFA 含量超过 3.0 g/100 g），糕点、饼干和面包三者 TFA 摄入的贡献率之和约为 9%，因此建议食品工业界进一步减少 TFA 含量较高的氢化油脂在焙烤食品中的应用；
- 除执行我国相关标识规定之外，鼓励食品企业对含 TFA 食品进行 TFA 含量自愿标示。

2、风险管理部门:

- 尽管目前我国居民的膳食 TFA 摄入水平低于欧美等国,但仍需要通过多种途径和方式开展风险交流和知识普及,让消费者正确认识 TFA 的健康风险,避免过多摄入 TFA 含量高的食品;同时,从风险和受益两个角度,让公众正确认识液态乳和发酵乳的营养价值远大于其中微量天然 TFA 可能导致的健康风险;
- 自 2007 年以来,部分加工食品中的 TFA 含量明显下降,这是好现象。今后需要再接再厉,除实施相关标识管理规定之外,建议进一步加强政策引导,鼓励企业积极探索降低甚至消除加工食品中 TFA 含量的有效措施;
- 某些类别的食品,存在少数样品 TFA 含量较高的现象(如某些代可可脂巧克力的 TFA 含量高达 10 g/100 g 以上),对此类食品应加强监管。

3、科学界:

- 本项目仅以北京、广州两个城市为代表开展大城市居民膳食消费的典型调查,建议进一步开展中小城市以及农村地区的典型膳食调查,在获得数据的基础上完善我国居民膳食 TFA 的风险评估,同时开展膳食饱和脂肪的风险评估工作;
- 目前关于 TFA 健康影响的科学研究主要以加工来源的反油酸(氢化油中的主要 TFA)为主,但植物油精炼过程中所产生的 TFA——反亚油酸和反亚麻酸以及天然存在的 TFA 对健康的影响并不清楚。鉴于植物油在我国使用普遍,且食用量大,占大城市居民膳食 TFA 摄入的一半(供能比 49.8%),迫切需要开展植物油精炼过程中所产生的 TFA 对人体健康影响的研究。

4、消费者:

- 在正确认识 TFA 与健康关系的基础上,培养良好的饮食习惯,正确

认识营养标签，强化消费前阅读营养标签的行为；尽量减少长期大量食用 TFA 含量较高的食品，以及因避免食用含 TFA 的食品，而大量食用动物脂肪（饱和脂肪）含量高的食品的行为。

附件 1: 数据提供单位和参与数据采集单位

数据提供单位:

中国疾病预防控制中心营养与食品安全所
北京市营养源研究所
中国焙烤食品糖制品工业协会
益海嘉里集团
江南大学

样品采集单位:

中国疾病预防控制中心营养与食品安全所 (北京采样点)
陕西省疾病预防控制中心 (西安采样点)
四川省疾病预防控制中心 (成都采样点)
上海市疾病预防控制中心 (上海采样点)
广东省疾病预防控制中心 (广州采样点)

检测单位:

中国疾病预防控制中心营养与食品安全所 (2 个实验室)
北京市营养源研究所
国家食品质量监督检验中心
江南大学
南昌大学

膳食调查单位:

中国疾病预防控制中心营养与食品安全所
北京市疾病预防控制中心
广东省疾病预防控制中心

附件 2: 2011 年膳食调查表

问卷一 调查户问卷 (询问家庭主要成员, 每户只调查一份)

一、家庭基本情况

1. 家庭人口数____人:

□□B1

2. 目前全家平均每月家庭纯收入是:

□B2

(1) 低于1000元 (2) 1000~3000元 (3) 3000~5000元 (4) 5000~8000元 (5) 10000~19999元 (6) 20000元以上 (9) 不回答

二、家庭3日油脂摄入量

油脂名称	食物编码 C1	结存量 C2	第一天		第二天		第三天		第四天		三日合计		剩余总量 C5
			购进量 C31	废弃量 C41	购进量 C32	废弃量 C42	购进量 C33	废弃量 C43	购进量 C34	废弃量 C44	总购进量 C3	总废弃量 C4	

问卷二 调查户个人问卷

(询问调查户内每个被调查对象)

调查城市: (1) 北京 (2) 广州

A1

调查城区: _____

A2

居委会编号:

A3

调查户编号:

A4

调查日期: _____年____月____日

A5

一、个人基本情况

姓名 _____

1. 个人编号:

E1

2. 出生日期: _____年____月____日

E2

3. 性别: (1) 男 (2) 女

E3

4. 民族: (1) 汉族 (2) 少数民族

E4

5. 职业:

E5

(01) 在校学生 (02) 家务 (03) 待业 (04) 离退休人员

(05) 国家机关、党群组织、企事业单位负责人 (06) 专业技术人员

(07) 商业、服务业人员 (08) 办事人员及有关人员 (09) 农林牧副渔生产人员

(10) 生产运输设备操作人员及有关人员 (11) 军人 (12) 其他劳动者

(13) 未工作 (学龄前儿童)

6. 文化程度:

E6

(1) 未上过学 (2) 小学 (3) 初中 (4) 高中/中专 (5) 大专/职大 (6) 大学及以上

二、过去3个月内食物频率调查表

*请回忆在过去3个月里, 你是否吃过以下食物, 并估计这些食物的平均食用量和次数。

	食物名称	是否吃	进食次数				平均每次食用量 (克)
		1 是 0 否	次/天	次/周	次/月	次/3月	
		F1	F2	F3	F4	F5	F6
奶油及黄油 (用于涂抹)							
1	人造奶油						<input type="checkbox"/> □□□.□克
2	人造黄油						<input type="checkbox"/> □□□.□克
3	淡奶油 (如面包涂抹奶油)						<input type="checkbox"/> □□□.□克
4	天然奶油或稀奶油						<input type="checkbox"/> □□□.□克
5	天然黄油						<input type="checkbox"/> □□□.□克
糕点类							
1	巧克力蛋糕						<input type="checkbox"/> □□□.□克
2	派 (如蛋黄派、巧克力派、奶油派等)						<input type="checkbox"/> □□□.□克
3	奶油蛋糕						<input type="checkbox"/> □□□.□克

4	烤麸						□□□.□克
5	老婆饼						□□□.□克
6	蛋挞						□□□.□克
7	奶酪蛋糕						□□□.□克
8	南瓜饼						□□□.□克
9	慕斯蛋糕						□□□.□克
10	酥类点心						□□□.□克
11	萨其马						□□□.□克
12	月饼						□□□.□克
13	其他:名称_____						□□□.□克
饼干类							
1	夹心饼干						□□□.□克
2	没有夹心饼干						□□□.□克
3	其他饼干: 名称_____						□□□.□克
食用植物油							
1	植物油						□□□.□克
2	橄榄油						□□□.□克
油炸食品							
1	炸鸡翅、炸鸡腿						□□□.□克
2	汉堡(鳕鱼、鸡腿、牛肉等内陷)						□□□.□克
3	炸油条、油饼						□□□.□克
4	炸麻花						□□□.□克
5	炸丸子						□□□.□克
6	方便面						□□□.□克
7	其他油炸面制品: 名称: _____						□□□.□克
速冻食品							
1	速冻饺子						□□□.□克
2	速冻汤圆						□□□.□克
3	其他速冻食品: 名称: _____						□□□.□克
膨化食品							
1	薯条/薯片						□□□.□克
2	虾条/虾片						□□□.□克
3	锅巴						□□□.□克
4	其他油炸膨化食品: 名称: _____						□□□.□克
固体饮料							

1	咖啡						□□□.□克
2	奶茶（优乐美、立顿茶等）						□□□.□克
3	其他：名称：_____						□□□.□克
乳类							
1	液态乳（包括生鲜乳、巴氏杀菌乳和灭菌乳）						□□□.□克
2	酸奶						□□□.□克
3	奶酪						□□□.□克
4	奶粉						□□□.□克
5	含乳饮料						□□□.□克
面包							
1	奶油面包（奶油夹心、外表涂奶油、黄油）						□□□.□克
2	普通面包（无涂抹）						□□□.□克
生鲜肉类及肉制品							
1	牛肉						□□□.□克
2	羊肉						□□□.□克
3	牛肉肠、牛肉罐头等制品						□□□.□克
4	羊肉罐头、腊肉等制品						□□□.□克
5	猪肉肠						□□□.□克
6	鸡肉肠						□□□.□克
巧克力糖果类							
1	巧克力						□□□.□克
2	奶糖						□□□.□克
3	酥糖						□□□.□克
调味品类							
1	沙拉酱						□□□.□克
2	辣椒油、花椒油、辣酱（老干妈、阿香婆）						□□□.□克
3	固体汤料（如即食汤包）						□□□.□克
动物油脂							
1	牛油						□□□.□克
2	羊油						□□□.□克
3	精炼猪油						□□□.□克
冷冻饮品							
1	雪糕						□□□.□克

2	冰激凌（圣代等奶油冰激凌）						□□□.□克
特油							
1	起酥油						□□□.□克
2	人造酥油						□□□.□克
3	雪白奶油						□□□.□克

二、个人连续3日24小时膳食摄入状况询问

调查日：1.第一天 2.第二天 3.第三天

□G1

编号	进餐时间 G2	菜谱名称	食物名称	食物编码 G3	摄入量（克） G4	市售品 或可食部 G5	制作方 法 G6	进餐地 点 G7
1	□			□□□□□□	□□□.□	□	□	□
2	□			□□□□□□	□□□.□	□	□	□
3	□			□□□□□□	□□□.□	□	□	□
4	□			□□□□□□	□□□.□	□	□	□
5	□			□□□□□□	□□□.□	□	□	□
6	□			□□□□□□	□□□.□	□	□	□
7	□			□□□□□□	□□□.□	□	□	□
8	□			□□□□□□	□□□.□	□	□	□
9	□			□□□□□□	□□□.□	□	□	□
10	□			□□□□□□	□□□.□	□	□	□
11	□			□□□□□□	□□□.□	□	□	□
12	□			□□□□□□	□□□.□	□	□	□
13	□			□□□□□□	□□□.□	□	□	□
14	□			□□□□□□	□□□.□	□	□	□
15	□			□□□□□□	□□□.□	□	□	□
16	□			□□□□□□	□□□.□	□	□	□
17	□			□□□□□□	□□□.□	□	□	□
18	□			□□□□□□	□□□.□	□	□	□
19	□			□□□□□□	□□□.□	□	□	□
20	□			□□□□□□	□□□.□	□	□	□
21	□			□□□□□□	□□□.□	□	□	□
22	□			□□□□□□	□□□.□	□	□	□
23	□			□□□□□□	□□□.□	□	□	□
24	□			□□□□□□	□□□.□	□	□	□

25	<input type="checkbox"/>			□□□□□□	□□□.□	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
26	<input type="checkbox"/>			□□□□□□	□□□.□	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
27	<input type="checkbox"/>			□□□□□□	□□□.□	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
28	<input type="checkbox"/>			□□□□□□	□□□.□	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
29	<input type="checkbox"/>			□□□□□□	□□□.□	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
30	<input type="checkbox"/>			□□□□□□	□□□.□	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

填表说明:

进餐时间: 1 早餐 2 上午小吃 3 午餐 4 下午小吃 5 晚餐 6 晚上小吃

菜谱名称: 食物制作之后的名称, 如鸡蛋炒西红柿、扬州炒饭等。

市售品或可食部: 1 市售品 2 可食部。市售品指购买的食物尚未去掉不可食用部分, 如购买的香蕉尚未去皮。可食部是指去掉食物中不可食部分后的剩余, 如购买香蕉后, 去掉皮所剩可吃的部分。

制作方法: 1 煮 2 炒 3 炸 4 蒸 5 烙 6 熟食 7 烤 8 生吃 9 其他

进餐地点: 1 在家 2 学校或工作单位 3 饭馆、摊点 4 亲戚或朋友家 5 幼儿园 6 节日/庆典 7 其他

参考文献

- [1] CAC: **REPORT OF THE THIRTY-FOURTH SESSION OF THE CODEX COMMITTEE ON FOOD LABELLING.** 1-5 May 2006.
- [2] Hénon G, Kemény Z, Recseg K, Zwobada F, Kovari K: **Deodorization of vegetable oils. Part I: Modelling the geometrical isomerization of polyunsaturated fatty acids.** *Journal of the American Oil Chemists' Society* 1999, **76**:73-81.
- [3] Ha YL, Grimm NK, Pariza MW: **Newly recognized anticarcinogenic fatty acids: identification and quantification in natural and processed cheeses.** *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 1989, **37**:75-81.
- [4] Aro A, Antoine J, Pizzoferrato L, Reykdal O, van Poppel G: **Trans Fatty Acids in Dairy and Meat Products from 14 European Countries: The TRANSFAIR Study1.** *JOURNAL OF FOOD COMPOSITION AND ANALYSIS* 1998, **11**:150-160.
- [5] ARO A, VAN AMELSVOORT J, BECKER W, VAN ERP-BAART MA, KAFATOS A, LETH T, VAN POPPEL G: **Trans fatty acids in dietary fats and oils from 14 European countries: The TRANSFAIR study.** *Journal of food composition and analysis* 1998, **11**:137-149.
- [6] Van Erp-Baart M, Couet C, Cuadrado C, Kafatos A, Stanley J, Van Poppel G: **Trans Fatty Acids in Bakery Products from 14 European Countries: the TRANSFAIR Study.** *Journal of Food Composition and Analysis* 1998, **11**:161-169.
- [7] Aro A, Amaral E, Kesteloot H, Rimestad A, Thamm M, van Poppel G: **TransFatty Acids in French Fries, Soups, and Snacks from 14 European Countries: The TRANSFAIR Study.** *Journal of Food Composition and Analysis* 1998, **11**:170-177.
- [8] Precht D, Molkentin J, Destailats F, Wolff RL: **Comparative studies on individual isomeric 18:1 acids in cow, goat, and ewe milk fats by low-temperature high-resolution capillary gas-liquid chromatography.** *Lipids* 2001, **36**:827-832.
- [9] Wolff RL, Combe NA, Destailats F, Boue C, Precht D, Molkentin J, Entressangles B: **Follow-up of the delta4 to delta16 trans-18:1 isomer profile and content in French processed foods containing partially hydrogenated vegetable oils during the period 1995-1999. Analytical and nutritional implications.** *Lipids* 2000, **35**:815-825.
- [10] Seppanen-Laakso T, Laakso I, Backlund P, Vanhanen H, Viikari J: **Elaidic and trans-vaccenic acids in plasma phospholipids as indicators of dietary intake of 18:1 trans-fatty acids.** *J Chromatogr B Biomed Appl* 1996, **687**:371-378.
- [11] Baer DJ, Judd JT, Kris-Etherton PM, Zhao G, Emken EA: **Stearic acid absorption and its metabolizable energy value are minimally lower than those of other fatty acids in healthy men fed mixed diets.** *J Nutr* 2003, **133**:4129-4134.
- [12] Emken EA: **Nutrition and biochemistry of trans and positional fatty acid isomers in hydrogenated oils.** *Annu Rev Nutr* 1984, **4**:339-376.
- [13] Vidgren HM, Louheranta AM, Agren JJ, Schwab US, Uusitupa MI: **Divergent incorporation of dietary trans fatty acids in different serum lipid fractions.** *Lipids* 1998, **33**:955-962.
- [14] Heckers H, Korner M, Tuschen TW, Melcher FW: **Occurrence of individual trans-isomeric fatty acids in human myocardium, jejunum and aorta in relation to**

-
- different degrees of atherosclerosis. *Atherosclerosis* 1977, **28**:389-398.
- [15] Chardigny J, Sébédio J, Juanéda P, Vatele J, Grandgirard A: **Occurrence of n-3 trans polyunsaturated fatty acids in human platelets.** *Nutrition research* 1993, **13**:1105-1111.
- [16] Chardigny JM, Wolff RL, Mager E, Sebedio JL, Martine L, Juaneda P: **Trans mono- and polyunsaturated fatty acids in human milk.** *Eur J Clin Nutr* 1995, **49**:523-531.
- [17] Chen ZY, Ratnayake WM, Fortier L, Ross R, Cunnane SC: **Similar distribution of trans fatty acid isomers in partially hydrogenated vegetable oils and adipose tissue of Canadians.** *Can J Physiol Pharmacol* 1995, **73**:718-723.
- [18] Mensink RP, Hornstra G: **The proportion of trans monounsaturated fatty acids in serum triacylglycerols or platelet phospholipids as an objective indicator of their short-term intake in healthy men.** *Br J Nutr* 1995, **73**:605-612.
- [19] Mansour MP, Li D, Sinclair AJ: **The occurrence of trans-18:1 isomers in plasma lipids classes in humans.** *Eur J Clin Nutr* 2001, **55**:59-64.
- [20] Mensink RP, Katan MB: **Effect of dietary trans fatty acids on high-density and low-density lipoprotein cholesterol levels in healthy subjects.** *N Engl J Med* 1990, **323**:439-445.
- [21] Zock PL, Katan MB: **Hydrogenation alternatives: effects of trans fatty acids and stearic acid versus linoleic acid on serum lipids and lipoproteins in humans.** *J Lipid Res* 1992, **33**:399-410.
- [22] Judd JT, Clevidence BA, Muesing RA, Wittes J, Sunkin ME, Podczasy JJ: **Dietary trans fatty acids: effects on plasma lipids and lipoproteins of healthy men and women.** *Am J Clin Nutr* 1994, **59**:861-868.
- [23] Almendingen K, Jordal O, Kierulf P, Sandstad B, Pedersen JI: **Effects of partially hydrogenated fish oil, partially hydrogenated soybean oil, and butter on serum lipoproteins and Lp[a] in men.** *J Lipid Res* 1995, **36**:1370-1384.
- [24] Aro A, Kardinaal AF, Salminen I, Kark JD, Riemersma RA, Delgado-Rodriguez M, Gomez-Aracena J, Huttunen JK, Kohlmeier L, Martin BC, et al.: **Adipose tissue isomeric trans fatty acids and risk of myocardial infarction in nine countries: the EURAMIC study.** *Lancet* 1995, **345**:273-278.
- [25] Judd JT, Baer DJ, Clevidence BA, Muesing RA, Chen SC, Weststrate JA, Meijer GW, Wittes J, Lichtenstein AH, Vilella-Bach M, Schaefer EJ: **Effects of margarine compared with those of butter on blood lipid profiles related to cardiovascular disease risk factors in normolipemic adults fed controlled diets.** *Am J Clin Nutr* 1998, **68**:768-777.
- [26] Müller H, Jordal O, Kierulf P, Kirkhus B, Pedersen JI: **Replacement of partially hydrogenated soybean oil by palm oil in margarine without unfavorable effects on serum lipoproteins.** *Lipids* 1998, **33**:879-887.
- [27] Lichtenstein AH, Ausman LM, Jalbert SM, Schaefer EJ: **Effects of different forms of dietary hydrogenated fats on serum lipoprotein cholesterol levels.** *N Engl J Med* 1999, **340**:1933-1940.
- [28] Judd JT, Baer DJ, Clevidence BA, Kris-Etherton P, Muesing RA, Iwane M: **Dietary cis and trans monounsaturated and saturated FA and plasma lipids and lipoproteins in men.** *Lipids* 2002, **37**:123-131.

-
- [29] Lovejoy JC, Champagne CM, Smith SR, DeLany JP, Bray GA, Lefevre M, Denkins YM, Rood JC: **Relationship of dietary fat and serum cholesterol ester and phospholipid fatty acids to markers of insulin resistance in men and women with a range of glucose tolerance.** *Metabolism* 2001, **50**:86-92.
- [30] Mauger JF, Lichtenstein AH, Ausman LM, Jalbert SM, Jauhiainen M, Ehnholm C, Lamarche B: **Effect of different forms of dietary hydrogenated fats on LDL particle size.** *Am J Clin Nutr* 2003, **78**:370-375.
- [31] Krauss RM: **Dietary and genetic effects on low-density lipoprotein heterogeneity.** *Annu Rev Nutr* 2001, **21**:283-295.
- [32] Mensink RP, Zock PL, Kester AD, Katan MB: **Effects of dietary fatty acids and carbohydrates on the ratio of serum total to HDL cholesterol and on serum lipids and apolipoproteins: a meta-analysis of 60 controlled trials.** *Am J Clin Nutr* 2003, **77**:1146-1155.
- [33] Mozaffarian D, Katan MB, Ascherio A, Stampfer MJ, Willett WC: **Trans fatty acids and cardiovascular disease.** *New England Journal of Medicine* 2006, **354**:1601-1613.
- [34] Ascherio A, Katan MB, Zock PL, Stampfer MJ, Willett WC: **Trans fatty acids and coronary heart disease.** *N Engl J Med* 1999, **340**:1994-1998.
- [35] Hudgins LC, Hirsch J, Emken EA: **Correlation of isomeric fatty acids in human adipose tissue with clinical risk factors for cardiovascular disease.** *Am J Clin Nutr* 1991, **53**:474-482.
- [36] van de Vijver LP, Kardinaal AF, Couet C, Aro A, Kafatos A, Steingrimsdottir L, Amorim Cruz JA, Moreiras O, Becker W, van Amelsvoort JM, et al: **Association between trans fatty acid intake and cardiovascular risk factors in Europe: the TRANSFAIR study.** *Eur J Clin Nutr* 2000, **54**:126-135.
- [37] Tricon S, Burdge GC, Jones EL, Russell JJ, El-Khazen S, Moretti E, Hall WL, Gerry AB, Leake DS, Grimble RF, et al: **Effects of dairy products naturally enriched with cis-9,trans-11 conjugated linoleic acid on the blood lipid profile in healthy middle-aged men.** *Am J Clin Nutr* 2006, **83**:744-753.
- [38] Kim MK, Campos H: **Intake of trans fatty acids and low-density lipoprotein size in a Costa Rican population.** *Metabolism* 2003, **52**:693-698.
- [39] Katan MB, Zock PL, Mensink RP: **Trans fatty acids and their effects on lipoproteins in humans.** *Annu Rev Nutr* 1995, **15**:473-493.
- [40] Wild SH, Fortmann SP, Marcovina SM: **A prospective case-control study of lipoprotein(a) levels and apo(a) size and risk of coronary heart disease in Stanford Five-City Project participants.** *Arterioscler Thromb Vasc Biol* 1997, **17**:239-245.
- [41] Mensink RP, Zock PL, Katan MB, Hornstra G: **Effect of dietary cis and trans fatty acids on serum lipoprotein[a] levels in humans.** *J Lipid Res* 1992, **33**:1493-1501.
- [42] Aro A, Jauhiainen M, Partanen R, Salminen I, Mutanen M: **Stearic acid, trans fatty acids, and dairy fat: effects on serum and lipoprotein lipids, apolipoproteins, lipoprotein(a), and lipid transfer proteins in healthy subjects.** *Am J Clin Nutr* 1997, **65**:1419-1426.
- [43] Clevidence BA, Judd JT, Schaefer EJ, Jenner JL, Lichtenstein AH, Muesing RA, Wittes J, Sunkin ME: **Plasma lipoprotein (a) levels in men and women consuming diets enriched in saturated, cis-, or trans-monounsaturated fatty acids.** *Arterioscler*

-
- Thromb Vasc Biol* 1997, **17**:1657-1661.
- [44] Nestel P, Noakes M, Belling B, McArthur R, Clifton P, Janus E, Abbey M: **Plasma lipoprotein lipid and Lp[a] changes with substitution of elaidic acid for oleic acid in the diet.** *J Lipid Res* 1992, **33**:1029-1036.
- [45] Cuchel M, Schwab US, Jones PJ, Vogel S, Lammi-Keefe C, Li Z, Ordovas J, McNamara JR, Schaefer EJ, Lichtenstein AH: **Impact of hydrogenated fat consumption on endogenous cholesterol synthesis and susceptibility of low-density lipoprotein to oxidation in moderately hypercholesterolemic individuals.** *Metabolism* 1996, **45**:241-247.
- [46] Halvorsen B, Almendingen K, Nenseter MS, Pedersen JI, Christiansen EN: **Effects of partially hydrogenated fish oil, partially hydrogenated soybean oil and butter on the susceptibility of low density lipoprotein to oxidative modification in men.** *Eur J Clin Nutr* 1996, **50**:364-370.
- [47] Almendingen K, Seljeflot I, Sandstad B, Pedersen JI: **Effects of partially hydrogenated fish oil, partially hydrogenated soybean oil, and butter on hemostatic variables in men.** *Arterioscler Thromb Vasc Biol* 1996, **16**:375-380.
- [48] Mutanen M, Aro A: **Coagulation and fibrinolysis factors in healthy subjects consuming high stearic or trans fatty acid diets.** *Thromb Haemost* 1997, **77**:99-104.
- [49] Louheranta AM, Turpeinen AK, Vidgren HM, Schwab US, Uusitupa MI: **A high-trans fatty acid diet and insulin sensitivity in young healthy women.** *Metabolism* 1999, **48**:870-875.
- [50] Christiansen E, Schnider S, Palmvig B, Tauber-Lassen E, Pedersen O: **Intake of a diet high in trans monounsaturated fatty acids or saturated fatty acids. Effects on postprandial insulinemia and glycemia in obese patients with NIDDM.** *Diabetes Care* 1997, **20**:881-887.
- [51] Lichtenstein AH, Erkkila AT, Lamarche B, Schwab US, Jalbert SM, Ausman LM: **Influence of hydrogenated fat and butter on CVD risk factors: remnant-like particles, glucose and insulin, blood pressure and C-reactive protein.** *Atherosclerosis* 2003, **171**:97-107.
- [52] Mensink RP, de Louw MH, Katan MB: **Effects of dietary trans fatty acids on blood pressure in normotensive subjects.** *Eur J Clin Nutr* 1991, **45**:375-382.
- [53] Zock PL, Blijlevens RA, de Vries JH, Katan MB: **Effects of stearic acid and trans fatty acids versus linoleic acid on blood pressure in normotensive women and men.** *Eur J Clin Nutr* 1993, **47**:437-444.
- [54] Raff M, Tholstrup T, Sejrsen K, Straarup EM, Wiinberg N: **Diets rich in conjugated linoleic acid and vaccenic acid have no effect on blood pressure and isobaric arterial elasticity in healthy young men.** *J Nutr* 2006, **136**:992-997.
- [55] Willett WC, Stampfer MJ, Manson JE, Colditz GA, Speizer FE, Rosner BA, Sampson LA, Hennekens CH: **Intake of trans fatty acids and risk of coronary heart disease among women.** *Lancet* 1993, **341**:581-585.
- [56] Ascherio A, Rimm EB, Giovannucci EL, Spiegelman D, Stampfer M, Willett WC: **Dietary fat and risk of coronary heart disease in men: cohort follow up study in the United States.** *BMJ* 1996, **313**:84-90.
- [57] Hu FB, Stampfer MJ, Manson JE, Rimm E, Colditz GA, Rosner BA, Hennekens CH,

-
- Willett WC: **Dietary fat intake and the risk of coronary heart disease in women.** *N Engl J Med* 1997, **337**:1491-1499.
- [58] Pietinen P, Ascherio A, Korhonen P, Hartman AM, Willett WC, Albanes D, Virtamo J: **Intake of fatty acids and risk of coronary heart disease in a cohort of Finnish men. The Alpha-Tocopherol, Beta-Carotene Cancer Prevention Study.** *Am J Epidemiol* 1997, **145**:876-887.
- [59] Oomen CM, Ocke MC, Feskens EJ, van Erp-Baart MA, Kok FJ, Kromhout D: **Association between trans fatty acid intake and 10-year risk of coronary heart disease in the Zutphen Elderly Study: a prospective population-based study.** *Lancet* 2001, **357**:746-751.
- [60] Kromhout D, Menotti A, Bloemberg B, Aravanis C, Blackburn H, Buzina R, Dontas AS, Fidanza F, Giampaoli S, Jansen A, et al.: **Dietary saturated and trans fatty acids and cholesterol and 25-year mortality from coronary heart disease: the Seven Countries Study.** *Prev Med* 1995, **24**:308-315.
- [61] Mozaffarian D, Clarke R: **Quantitative effects on cardiovascular risk factors and coronary heart disease risk of replacing partially hydrogenated vegetable oils with other fats and oils.** *Eur J Clin Nutr* 2009, **63 Suppl 2**:S22-33.
- [62] Clifton PM, Keogh JB, Noakes M: **Trans fatty acids in adipose tissue and the food supply are associated with myocardial infarction.** *J Nutr* 2004, **134**:874-879.
- [63] Baylin A, Kabagambe EK, Ascherio A, Spiegelman D, Campos H: **High 18:2 trans-fatty acids in adipose tissue are associated with increased risk of nonfatal acute myocardial infarction in costa rican adults.** *J Nutr* 2003, **133**:1186-1191.
- [64] Weggemans RM, Rudrum M, Trautwein EA: **Intake of ruminant versus industrial trans fatty acids and risk of coronary heart disease—what is the evidence?** *European journal of lipid science and technology* 2004, **106**:390-397.
- [65] Salmerón J, Hu FB, Manson JE, Stampfer MJ, Colditz GA, Rimm EB, Willett WC: **Dietary fat intake and risk of type 2 diabetes in women.** *Am J Clin Nutr* 2001, **73**:1019-1026.
- [66] Meyer KA, Kushi LH, Jacobs DR, Jr., Folsom AR: **Dietary fat and incidence of type 2 diabetes in older Iowa women.** *Diabetes Care* 2001, **24**:1528-1535.
- [67] van Dam RM, Willett WC, Rimm EB, Stampfer MJ, Hu FB: **Dietary fat and meat intake in relation to risk of type 2 diabetes in men.** *Diabetes Care* 2002, **25**:417-424.
- [68] Holmes MD, Hunter DJ, Colditz GA, Stampfer MJ, Hankinson SE, Speizer FE, Rosner B, Willett WC: **Association of dietary intake of fat and fatty acids with risk of breast cancer.** *JAMA* 1999, **281**:914-920.
- [69] Voorrips LE, Brants HA, Kardinaal AF, Hiddink GJ, van den Brandt PA, Goldbohm RA: **Intake of conjugated linoleic acid, fat, and other fatty acids in relation to postmenopausal breast cancer: the Netherlands Cohort Study on Diet and Cancer.** *Am J Clin Nutr* 2002, **76**:873-882.
- [70] London SJ, Sacks FM, Stampfer MJ, Henderson IC, Maclure M, Tomita A, Wood WC, Remine S, Robert NJ, Dmochowski JR, et al.: **Fatty acid composition of the subcutaneous adipose tissue and risk of proliferative benign breast disease and breast cancer.** *J Natl Cancer Inst* 1993, **85**:785-793.
- [71] Slattery ML, Benson J, Ma KN, Schaffer D, Potter JD: **Trans-fatty acids and colon**

-
- cancer. *Nutr Cancer* 2001, **39**:170-175.
- [72] McKelvey W, Greenland S, Chen MJ, Longnecker MP, Frankl HD, Lee ER, Haile RW: **A case-control study of colorectal adenomatous polyps and consumption of foods containing partially hydrogenated oils.** *Cancer Epidemiol Biomarkers Prev* 1999, **8**:519-524.
- [73] Kohlmeier L, Simonsen N, van 't Veer P, Strain JJ, Martin-Moreno JM, Margolin B, Huttunen JK, Fernandez-Crehuet Navajas J, Martin BC, Thamm M, et al: **Adipose tissue trans fatty acids and breast cancer in the European Community Multicenter Study on Antioxidants, Myocardial Infarction, and Breast Cancer.** *Cancer Epidemiol Biomarkers Prev* 1997, **6**:705-710.
- [74] Maillard V, Bounoux P, Ferrari P, Jourdan ML, Pinault M, Lavillonniere F, Body G, Le Floch O, Chajes V: **N-3 and N-6 fatty acids in breast adipose tissue and relative risk of breast cancer in a case-control study in Tours, France.** *Int J Cancer* 2002, **98**:78-83.
- [75] Chajes V, Thiebaut AC, Rotival M, Gauthier E, Maillard V, Boutron-Ruault MC, Joulin V, Lenoir GM, Clavel-Chapelon F: **Association between serum trans-monounsaturated fatty acids and breast cancer risk in the E3N-EPIC Study.** *Am J Epidemiol* 2008, **167**:1312-1320.
- [76] **Food, Nutrition, Physical Activity and the Prevention of Cancer: a Global Perspective.:** WCRF/AICR (World Cancer Research Fund/American Institute for Cancer Research) 2007.
- [77] Al MD, Badart-Smook A, von Houwelingen AC, Hasaart TH, Hornstra G: **Fat intake of women during normal pregnancy: relationship with maternal and neonatal essential fatty acid status.** *J Am Coll Nutr* 1996, **15**:49-55.
- [78] Hornstra G: **Essential fatty acids in mothers and their neonates.** *Am J Clin Nutr* 2000, **71**:1262S-1269S.
- [79] Koletzko B: **Trans fatty acids may impair biosynthesis of long-chain polyunsaturates and growth in man.** *Acta Paediatr* 1992, **81**:302-306.
- [80] Koletzko B: **Trans fatty acids may impair biosynthesis of long-chain polyunsaturates and growth in man.** *Acta Paediatrica* 1992, **81**:302-306.
- [81] Stampfer MJ, Sacks FM, Salvini S, Willett WC, Hennekens CH: **A prospective study of cholesterol, apolipoproteins, and the risk of myocardial infarction.** *N Engl J Med* 1991, **325**:373-381.
- [82] WHO: **Expert Report: Diet, nutrition and prevention of chronic diseases. Report of a Joint WHO/FAO Expert Consultation.** WHO Technical Report Series 916. 2003.
- [83] Nishida C, Uauy R: **WHO Scientific Update on health consequences of trans fatty acids: introduction.** *Eur J Clin Nutr* 2009, **63 Suppl 2**:S1-4.
- [84] NNR: **Integrating nutrition and physical activity.** Nordic Council of Ministers, Copenhagen, 436 pp. 2004.
- [85] DoH: **Dietary Reference Values for Food Energy and Nutrients for the United Kingdom. Report of the Panel on Dietary Reference Values of the Committee on Medical Aspects of Food Policy.** HMSO, London. 1991.
- [86] SACN: **Update on trans fatty acids and health – Position statement by the Scientific Advisory Committee on Nutrition.** TSO, London. 2007.

-
- [87] AFSSA: **Risques et bénéfices pour la santé des acides gras trans apportés par les aliments. Recommandations.** 2005.
- [88] GR: **Dietary Reference Intakes: energy, proteins, fats and digestible carbohydrates. Publication no. 2001/19R. Health Council of the Netherlands, The Hague.** 2001.
- [89] HHS/USDA: **Dietary Guidelines for Americans.** 2005.
- [90] GEMS/FOOD-EURO: **Second Workshop on “Reliable Evaluation of Low-Level Contamination of Food”.** Kulmbach Germany.
- [91] Pande G, Akoh CC, Shewfelt RL: **Production of trans-Free Margarine with Stearidonic Acid Soybean and High-Stearate Soybean Oils-Based Structured Lipid[in press].** *J Food Sci* 2012.
- [92] Leth T, Jensen HG, Mikkelsen AA, Bysted A: **The effect of the regulation on trans fatty acid content in Danish food.** *Atheroscler Suppl* 2006, **7**:53-56.
- [93] Ricciuto L, Lin K, Tarasuk V: **A comparison of the fat composition and prices of margarines between 2002 and 2006, when new Canadian labelling regulations came into effect.** *Public Health Nutr* 2009, **12**:1270-1275.
- [94] Zhou BF, Stamler J, Dennis B, Moag-Stahlberg A, Okuda N, Robertson C, Zhao L, Chan Q, Elliott P: **Nutrient intakes of middle-aged men and women in China, Japan, United Kingdom, and United States in the late 1990s: the INTERMAP study.** *J Hum Hypertens* 2003, **17**:623-630.
- [95] FSANZ: **TRANS FATTY ACIDS IN THE NEW ZEALAND AND AUSTRALIAN FOOD SUPPLY.** 2007.
- [96] Kris-Etherton PM, Lefevre M, Mensink RP, Petersen B, Fleming J, Flickinger BD: **Trans Fatty Acid Intakes and Food Sources in the U.S. Population: NHANES 1999-2002.** *Lipids* 2012, **47**:931-940.
- [97] Mozaffarian D, Abdollahi M, Campos H, Houshiarrad A, Willett WC: **Consumption of trans fats and estimated effects on coronary heart disease in Iran.** *Eur J Clin Nutr* 2007, **61**:1004-1010.
- [98] Yamada M, Sasaki S, Murakami K, Takahashi Y, Okubo H, Hirota N, Notsu A, Todoriki H, Miura A, Fukui M, Date C: **Estimation of trans fatty acid intake in Japanese adults using 16-day diet records based on a food composition database developed for the Japanese population.** *J Epidemiol* 2010, **20**:119-127.
- [99] Henderson L GJ, Irving K & Swan G **The National Diet and Nutrition Survey:adults aged 19-64 years: HMSO, London.** 2003.
- [100] Jakobsen MU, Bysted A, Andersen NL, Heitmann BL, Hartkopp HB, Leth T, Overvad K, Dyerberg J: **Intake of ruminant trans fatty acids in the Danish population aged 1-80 years.** *Eur J Clin Nutr* 2006, **60**:312-318.