

- [44] CHU Q, EVANS B T, ZEECE M G. Quantitative separation of 4-hydroxyproline from skeletal muscle collagen by micellar electrokinetic capillary electrophoresis [J]. J Chromatogr B, 1997, 692:293-301.
- [45] 中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局, 中国国家标准化管理委员会. GB/T 9695.23—2008 肉与肉制品羟脯氨酸含量测定[S]. 北京: 中国标准出版社, 2008.
- [46] 刘学琴, 徐栓朝, 高建龙, 等. 生鲜乳中添加皮革水解蛋白的测定方法研究[J]. 乳业科学与技术, 2010(4):188-192.
- [47] 邹晓莉, 周春艳, 黎源倩, 等. 毛细管电泳-激光诱导荧光检测肌腱和肌腱细胞中的羟脯氨酸[J]. 分析化学研究简报, 2006, 34(10):1441-1444.
- [48] 邓薇. 毛细管电泳化学发光检测[D]. 陕西: 陕西师范大学, 2003.
- [49] 蔡欣欣, 张秀尧. 液相色谱柱前衍生法测定乳及乳制品中羟脯氨酸[J]. 中国卫生检验杂志, 2011, 21(9):2147-2148.
- [50] KATAOKA H, NABESHIMA N, NAGAO K, et al. Selective and sensitive determination of urinary total proline and hydroxyproline by gas chromatography with flame photometric detection [J]. Clinica Chimica Acta, 1993, 214(1):13-20.
- [51] GONZALEZ-MARTIN M I, FERNANDEZ-BERMEJO C, HERNANDEZ-HIERRO J M. Determination of hydroxyproline in cured pork sausages and dry cured beef products by NIRS technology employing a fibre-optic probe [J]. Food Control, 2009, 20(8):752-755.
- [52] LIN Y, KUAN C. Development of 4-hydroxyproline analysis kit and its application to collagen quantification [J]. Food Chem, 2010, 119:1271-1277.
- [53] 魏战峰, 田忙雀, 王玥, 等. 明胶掺假乳制品快速检测方法的建立[J]. 食品科学, 2011, 32(4):220-222.

## 综述

# 反式脂肪酸的国内外管理措施现状

陈月晓<sup>1,2</sup>, 马玉霞<sup>1</sup>, 何梅<sup>2</sup>, 杨月欣<sup>2</sup>

(1. 河北医科大学公共卫生学院营养与食品卫生学教研室, 河北 石家庄 050017;

2. 中国疾病预防控制中心营养与食品安全所, 北京 100050)

**摘要:**反式脂肪酸(trans fatty acids, TFAs)的过量摄入会增加心血管疾病等的发病危险, 本文主要就国内外政府机构对TFAs的监管现状及其在食品中的限量标准进行综述, 为我国食品中TFAs的风险评估及相关监管措施的制定提供参考。

**关键词:**反式脂肪酸; 限量; 法规; 监督管理; 食品

**中图分类号:**TQ641 **文献标识码:**A **文章编号:**1004-8456(2012)05-0499-06

## Current management situation of trans fatty acids at domestic and abroad

Chen Yuexiao, Ma Yuxia, He Mei, Yang Yuexin

(Department of Nutrition and Food Hygiene, College of Public Health,

Hebei Medical University, Hebei Shijiazhuang 050017, China)

**Abstract:** Many studies indicated that excessive intake of trans fatty acids will increase the risk of cardiovascular disease and other chronic diseases. This review mainly aims to analyze the management and food standards of trans fatty acids at domestic and abroad, and provide references for trans fatty acids management and risk assessment in China.

**Key words:** Trans fatty acids; limit; regulation; management; food

近年来,反式脂肪酸(trans fatty acids, TFAs)引起人们广泛的关注。众多研究表明,TFAs的过量摄入影响人类的健康(如冠心病、心肌梗塞,大脑功能

衰退等均与TFAs有关),也影响婴儿的生长发育<sup>[1]</sup>。很多国家都对本国的食品进行了相关的专项监测,并发布了关于TFAs的监管措施<sup>[2-3]</sup>。我国明确规定婴幼儿食品中禁止使用氢化油脂<sup>[4-8]</sup>,新的食品营养标签通则中要求对使用了氢化植物油食品进行强制标识<sup>[9]</sup>。但是,目前我国相关食品中的TFAs含量不清,因此在一定程度上影响了对TFAs的风险管理和交流。本文就国内外政府机构关于TFAs的监管措施进行综述。

收稿日期:2012-03-19

基金项目:功能食品资源优化及评价共性技术研究(2012BAD33B01)

作者简介:陈月晓 女 硕士 研究方向为食物营养分析与评价

E-mail: chenyuexiaocyx@163.com

通信作者:马玉霞 女 博士 教授 E-mail: mayuxia2000@

sina.com

### 1 TFAs 定义

不同国家和地区对 TFAs 的定义稍有不同,见表 1。

表 1 不同国家和地区对 TFAs 的定义  
Table 1 The definitions of TFAs in different countries and regions

| 国家或地区       | 定义内容   |
|-------------|--|
| 美国          | 含有一个或多个独立反式非共轭双键的不饱和脂肪酸 <sup>[10]</sup> 。                    |
| 加拿大         | 含有一个或多个独立反式双键或反式非共轭双键的不饱和脂肪酸 <sup>[11]</sup> 。               |
| 澳大利亚<br>新西兰 | 含有一个或以上反式双键的单不饱和、多不饱和脂肪酸 <sup>[12]</sup> 。                   |
| 法国          | 含有反式双键的不饱和脂肪酸 <sup>[13]</sup> 。                              |
| 丹麦          | 除含有共轭结构的多不饱和脂肪酸外,所有含有一个或多个反式双键的脂肪酸异构体 <sup>[14]</sup> 。      |
| 欧盟          | 含有至少一个反式双键构型的不饱和脂肪酸 <sup>[15]</sup> 。                        |
| 中国香港        | 碳链上含有一个或以上非共轭反式双键的单不饱和及多不饱和脂肪酸的所有异构体 <sup>[16]</sup> 。       |
| 中国          | 加工中产生的含有一个或以上非共轭反式双键的不饱和脂肪酸的总和,不包括天然的反式脂肪酸 <sup>[17]</sup> 。 |

由于不同国家和地区对 TFAs 的定义略有不同,因此 TFAs 的含量报告也会有所不同。

### 2 TFAs 的来源

TFAs 主要有以下三个方面的来源。

(1)天然 TFAs。主要来自于反刍动物,反刍动物胃肠道中存在的微生物可与饲料中的不饱和脂肪酸发生生物氢化反应,从而产生少量天然 TFAs,人们在食用牛羊肉及其乳制品时,会摄入少量的天然 TFAs。

(2)油脂的氢化。当植物油被部分氢化的时候,顺式双键转化成反式双键形成具有反式构型的不饱和脂肪酸,氢化后的油脂在常温下呈现固态或半固态,以人造奶油、起酥油、煎炸油等形式投放市场,因此,TFAs 在使用了以上油脂的糕点、饼干、油炸食品中广泛存在。

(3)油脂的精炼及食品加工过程。植物油在脱色、脱臭、高温等精炼过程中,以及过度加热、反复煎炸等过程中也会产生一定量的 TFAs。

### 3 TFAs 对健康的影响

目前尚未发现食物中的天然 TFAs 对健康有不利影响,但是,长期过量食用氢化加工过程中产生的 TFAs 可引起人体血脂代谢异常,增加对人体有害的低密度脂蛋白胆固醇(LDL-C)含量,降低对人体有益的高密度脂蛋白胆固醇(HDL-C)含量<sup>[18]</sup>,从而增加心血管疾病发生的风险<sup>[19]</sup>。也有报道显示

可能会增加糖尿病、肥胖等慢性疾病的患病风险。一项四个前瞻性队列研究的 meta 分析显示,TFAs 比起其他任何宏量营养素对心血管疾病的影响更大,反式脂肪摄入量增加 2% 便能增加 23% 的心血管疾病发生率<sup>[20]</sup>。欧洲食品安全局(European Food Safety Authority,EFSA)在 2004 年的报告中指出,同等摄入量的反式脂肪比起饱和脂肪来说对心血管疾病的影响更大<sup>[21]</sup>。

TFAs 除了对血脂的影响外,还对人体健康产生其他不良影响。见表 2。

表 2 TFAs 可能对人体健康的影响  
Table 2 The potential impact of TFAs on human health

| 对人体的影响                      | 机理   | 受影响人群       |
|-----------------------------|--|-------------|
| 心血管疾病                       | 增加低密度脂蛋白胆固醇,降低高密度脂蛋白胆固醇 <sup>[18]</sup>                                      |             |
| 必需脂肪酸缺乏                     | TFAs 干扰必需脂肪酸的代谢,影响生长发育 <sup>[22]</sup>                                       | 儿童          |
| 过敏性疾病<br>肥胖 <sup>[15]</sup> | 干扰脂质代谢,影响免疫反应 <sup>[23]</sup><br>流行病学资料显示,TFAs 可引起肥胖                         | 儿童          |
| II 型糖尿病                     | 干扰胰岛素受体,增加胰岛素耐受性 <sup>[24-25]</sup>  |             |
| 癌症                          | 体内 TFAs 水平与前列腺癌 <sup>[27]</sup> 、乳腺癌 <sup>[28-29]</sup> 呈正相关 <sup>[26]</sup> | 中老年男性<br>妇女 |

鉴于 TFAs 对健康的影响,很多国家的政府及相关组织机构都采取了相应的限制措施,之后,食品中 TFAs 的含量和人群 TFAs 摄入量等均有了明显的改善。

### 4 国内外对 TFAs 的管理措施及其实施效果

各国关于 TFAs 的管理主要包括强制标示、含量限制、监管评估和学术团体建议等。

#### 4.1 国内外关于 TFAs 在营养标签上的强制标识具体情况见表 3。

表 3 TFAs 的限制摄入量和可以声称 0 的含量  
Table 3 Limit intake of TFAs and the claim of “zero TFAs”

| 国家或地区 | 标签强制实行时间                | TFAs 限制摄入量             | 可定义为 0 的含量        |
|-------|-------------------------|------------------------|-------------------|
| 美国    | 2006. 1                 | 尽可能低                   | ≤0. 5 g/份         |
| 加拿大   | 2005. 12                | <2E% <sup>a</sup>      | ≤0. 2 g/100g(ml)  |
| 丹麦    | 2004. 1 <sup>[30]</sup> | <2E%                   | <1%               |
| 瑞士    | 2008. 4                 | <1E%                   | ≤0. 5 g/份         |
| 韩国    | 2007 <sup>[31]</sup>    |                        | <0. 2 g/份         |
| 中国香港  | 2010. 7 <sup>[32]</sup> |                        | ≤0. 3 g/100 g(ml) |
| 巴西    | 2007. 7                 | <1E% <sup>[33]</sup>   |                   |
| 中国    | 2013. 1. 1              | 远离反式脂肪酸,尽可能少吃富含氢化油脂的食物 | ≤0. 3 g/100g(ml)  |

注:<sup>a</sup>E% 为占总能量的百分比。

#### 4.2 国外对于 TFAs 的含量限制、监督管理、风险评估及效果

联合国粮农组织/世界卫生组织(FAO/WHO)

在2003年“膳食、营养与慢性病预防”的专家委员会报告中指出,为增进心血管健康,需尽量控制饮食中TFAs的摄入量,不应超过总能量的1%,而总脂肪的摄入量占总能量的15%~30%<sup>[34]</sup>。

国际食品法典委员会/营养与特殊膳食委员会建议,婴幼儿配方食品中的TFAs不应超过总脂肪酸含量的3%。

1994年丹麦营养委员会(Danish Nutrition Council)发布了关于TFAs对健康不利影响的报告后,政府部门和相关企业便开始着手降低食品中的人造TFAs含量。丹麦政府立法规定,从2004年1月1日起,禁止TFAs含量超过总脂肪2%的食物在市场上销售(反动物性食品中天然存在的TFAs除外),该举措使得丹麦食品中TFAs的含量得到有效降低。在2006年4月,丹麦营养委员会对快餐行业中TFAs含量进行的研究中发现,同样一份麦当劳薯条在丹麦餐厅出售的TFA含量为0.3克,而在纽约、俄罗斯、西班牙等国家则从3~10克不等<sup>[13]</sup>。丹麦卫生部统计显示心脏病发病率从2001年到2006年(TFA含量限定法规实行两年后)下降了20%,而其他没有对TFAs进行限定的国家如保加利亚、匈牙利等心脏病的发病率却在上升<sup>[35]</sup>。

加拿大专家早在1990年就开始关注TFAs对人体的不良影响<sup>[36]</sup>。因此加拿大政府对预包装食品的营养标签进行了立法,对预包装食品强制性要求标示TFAs的含量,成为第一个对预包装食品营养标签中TFAs含量严格做出规定的国家<sup>[37]</sup>。加拿大卫生部2007年6月采用了Trans Fat Task Force的建议,调整了TFAs推荐摄入量:植物油和奶油中TFAs的含量应低于总脂肪的2%,其他食物中TFAs的含量应低于总脂肪含量的5%,给企业两年的缓冲期来达到这一目标。2009年2月加拿大政府公布的检测数据(来自焙烤食品的实验分析,预包装食品的营养标签)中显示,当地食品中TFAs含量呈下降趋势,所选样品中80%的预包装食品中均满足Trans Fat Task Force限定的含量。

2008年7月,美国纽约禁止在该州所有餐厅中的食品使用含有TFAs的原料。2010年底美国农业部、美国卫生及公共事业部发布了《美国居民膳食指南2010》<sup>[38]</sup>,通过限制含有人工合成的反式脂肪,例如部分氢化油和其他脂肪的食用,尽可能地减少TFAs的摄入。

2007年苏黎世理工学院的研究显示,在所检测的120种瑞士食品中将近三分之一的样品含有过量的TFAs。因此瑞士政府采取行动,从2008年4月1日开始,对TFAs的含量进行限制,每100克食用植

物油中TFAs含量不得超过2克,同时给予食品企业1年的缓冲期针对此项措施进行调整<sup>[39]</sup>。

法国食品安全局对于TFAs的态度是:鉴于总TFAs每日摄入量超过总能量的2%就能引起心血管疾病的明显增加,所以规定TFAs不得超过此限值,尤其倡导消费者减少食用使用了氢化油脂的食品。

由荷兰卫生部和荷兰营养中心为主导的脂肪酸专项调查从2005年开始致力于检测含有动植物油脂的食品中脂肪酸含量的工作,目标是降低荷兰食物中TFAs和饱和脂肪酸的含量,到2010年,人群的TFAs和饱和脂肪酸摄入量分别不超过总能量的1%和10%。2005—2008年的调查结果显示,使用动植物油脂的主要食品中TFAs的含量有所下降,如焙烤食品和小吃中的TFAs含量已低于1g/100g,另外具有良好脂肪酸组成的煎炸用油在超市中的销量也有所增加<sup>[10]</sup>。

韩国政府2007年公布的一项TFAs摄入量调查报告中显示,韩国5~12岁的916名儿童的平均TFAs摄入量为0.36g/d,20~77岁781名成人的平均TFAs摄入量为0.18g/d,儿童的摄入量是成人的2倍,其中13~19岁年龄段的人群摄入量最高,为0.48g/d。和美国、加拿大6~8g/d的摄入量相比,虽然韩国人的TFAs摄入量要低很多,但由于TFAs对健康的不良影响,韩国政府规定,从2007年12月起要求所有食品包装必须标明反式脂肪含量<sup>[40]</sup>。

2006年5月澳大利亚新西兰食品安全管理局开展了澳新食品中TFAs调查,《澳新食品中反式脂肪酸含量》报告在2007年5月已公布,报告中根据食品中TFAs的含量计算了人群的摄入量以及提供的能量。澳新两国TFAs摄入量分别占总能量摄入的0.6%和0.7%,低于WHO不超过总能量1%摄入量的目标<sup>[41]</sup>。

英国宏量营养素推荐摄入量中建议TFAs不超过食物总能量的2%。在2010年1—4月,英国食品研究院开展的一项62类559种加工食品中TFAs的调查显示,其中加工食品中人造脂肪酸的含量较过去20~30年的类似产品有所下降<sup>[11]</sup>。英国膳食营养调查(National Diet and Nutrition Survey, NDNS)在2011年公布的调查结果显示,各年龄段人群中TFAs的平均摄入量占总能量的0.7%~0.9%,均在推荐摄入范围内<sup>[42]</sup>。

#### 4.3 相关社会团体对于TFAs摄入量的建议以及企业的参与

美国心脏协会(AHA)在2006版《饮食与生活指南》中推荐饱和脂肪酸摄入量应占总能量的7%

以下,TFAs 占总能量的 1% 以下。为了达到限制摄入饱和脂肪酸和 TFAs 的目标,建议减少动物脂肪的摄入,减少肉类和乳制品、烘焙和油炸食物(如炸薯片、蛋糕、派、面包和饼干等)的消费<sup>[43]</sup>。

加拿大心脏和中风基金会 Health Check 中对脂肪的摄入标准进行了修订,尤其对其中的人造 TFAs 进行了严格限定。建议选择总脂肪含量较低,不饱和脂肪含量较高,而饱和脂肪和 TFAs 含量较低的产品。Health Check 中规定食物中所含 TFAs 不得超过该食品总脂肪的 5%,而来自于植物奶油类的 TFAs 不高于该食品总脂肪的 2%<sup>[44]</sup>。

英国心脏基金会(British Heart Foundation)建议英国食品标准局督促所有食品行业自愿采取降低食品生产过程中的 TFAs 水平,如果没有明显效果则应采取立法手段降低反式脂肪的含量;食品行业应在营养标签中脂肪和饱和脂肪旁加注 TFAs 的含量<sup>[45]</sup>。同时对不同人群的 TFAs 摄入量进行了调查,以便了解 TFAs 引起的健康问题。

荷兰健康委员会认为 TFAs 能增加心血管疾病的发生并且对必需脂肪酸(EFA)的代谢产生影响,因此建议将 TFAs 的含量尽量降低<sup>[46]</sup>。

北欧营养机构推荐 1 岁以上的人群中饱和脂肪酸和 TFAs 总的摄入量不超过总能量的 10%,通过降低饱和脂肪酸和 TFAs 的摄入来降低心血管疾病的发生<sup>[47]</sup>。

在政府及相关社会团体针对 TFAs 进行规范化管理及健康指导的同时,食品加工企业作为关乎国民健康的一个重要方面,也积极采取了新的加工工艺以减少食品中 TFAs 的含量,同时积极做好营养标签的标识工作。

联合利华是第一家倡导降低食品中 TFAs 含量的企业,从 1994 年开始就在产品生产中弃用部分氢化植物油。目前,联合利华的大多数产品已经不再使用氢化植物油<sup>[48]</sup>。2006 年英国零售商协会与其会员对于减少使用氢化植物油的方案达成一致。2010 年 6 月英国心脏基金会和利德尔超市合作后,该超市就停止销售含有氢化植物油的食品,之前含有氢化植物油的食品目前已是“零反式脂肪酸”<sup>[45, 49]</sup>。丹麦政府开始对 TFAs 进行限定的时候,瑞士食品巨头雀巢公司就将其产品在全欧洲甚至全球进行调整以降低 TFAs 的含量<sup>[35]</sup>。2006 年 11 月麦当劳在欧洲的 6 300 家餐厅中使用 TFAs 低于 2% 的食用油。2007 年 1 月起,麦当劳宣布该餐厅美国连锁店的薯条正在试验改用不含 TFAs 的油脂。

#### 4.4 我国对 TFAs 的管理措施

我国一直积极倡导健康生活方式和平衡膳食,

卫生部 2007 年发布的《中国居民膳食指南》<sup>[50]</sup> 中建议,每人每天食用油不超过 25 克;总脂肪的摄入量要低于每天总能量摄入的 30%,同时建议我国居民要“远离反式脂肪酸,尽可能少吃富含氢化油脂的食物”。目前我国规定婴幼儿食品中禁止使用氢化油脂,如 GB 10765—2010《婴儿配方食品》中,明确规定了原料中“不应使用氢化油脂”,且终产品中“反式脂肪酸最高含量应小于总脂肪酸的 3%<sup>[7]</sup>”;另外在 GB 10767—2010《较大婴儿和幼儿配方食品》、GB 10769—2010《婴幼儿谷类辅助食品》、GB 10770—2010《婴幼儿罐装辅助食品》中<sup>[5-6, 8]</sup>,也明确规定了原料“不应使用氢化油脂”。同时我国还颁布了 GB 5413.36—2010《婴幼儿食品和乳品中反式脂肪酸的测定》等国家食品安全标准。2008 年,我国开始实施《食品营养标签管理规范》,其中规定 TFAs 可以标识在“脂肪”下面,当含量 $\leq 0.3\text{g}/100\text{g}$  食品时,可以声称为无 TFAs。在最新颁布的 GB 28050—2011《预包装食品营养标签通则》中规定,自 2013 年 1 月起,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,在营养成分表中对反式脂肪(酸)的含量强制进行标识。与此同时,我国食品工业界也在不断改进油脂和食品生产工艺,减少 TFAs 的产生和使用。由于我国对相关食品中的 TFAs 含量不清楚,也缺乏居民 TFAs 暴露量资料,所以在一定程度上限制了我国对 TFAs 的风险管理和交流,因此我国在 2011 年开展了食品中 TFAs 的风险评估,对食品中 TFAs 的含量进行专项监测以补充食品中 TFAs 的含量数据,同时开展 TFAs 高暴露人群膳食摄入量调查。

中国香港地区的食物安全中心对当地食品中的 TFAs 进行了检测,并根据调查结果对食品工业提出建议,要避免使用氢化植物油生产食品,并着手研究降低食品中 TFAs 的方法。同时建议消费者参考营养标签,尽量选择 TFAs 含量较低的食物,少食用油炸及高脂肪的食物,避免使用氢化植物油或动物脂肪<sup>[51]</sup>。

TFAs 主要存在于人造奶油、代可可脂、焙烤食品和煎炸类等食品加工过程中,摄入过量会对人的心血管系统等产生不利影响。各国政府和相关组织均开展了对食品中 TFAs 危害的研究以及监管行动,并采取了一定的限制措施,在限制措施实施后的调查发现,食品中 TFAs 的含量有了很大程度下降。我国也采取了积极的应对措施,一系列的风险评估工作正在进行中。

基于食品中 TFAs 含量的测定及人群 TFAs 摄入量的调查,综合评估我国 TFAs 含量较高的食品

分布和高暴露人群的摄入情况,可为我国食品中 TFAs 的风险评估及相关监管措施的制定提供参考。

## 参考文献

- [ 1 ] CARLSON S E, CLANDININ M T, COOK H W, et al. Trans Fatty acids; infant and fetal development [J]. *Am J Clin Nutr*, 1997, 66 (3): 715-736.
- [ 2 ] 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):60-61.
- [ 3 ] 张坚. 膳食反式脂肪酸研究进展及安全管理 [J]. *中国食品卫生杂志*, 2011, 23(3): 282-286.
- [ 4 ] 中华人民共和国卫生部. GB 5413.36—2010 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 [S]. 北京:中国标准出版社, 2010.
- [ 5 ] 中华人民共和国卫生部. GB 10767—2010 食品安全国家标准 较大婴儿和幼儿配方食品 [S]. 北京:中国标准出版社, 2010.
- [ 6 ] 中华人民共和国卫生部. GB 10769—2010 食品安全国家标准 婴幼儿谷类辅助食品 [S]. 北京:中国标准出版社, 2010.
- [ 7 ] 中华人民共和国卫生部. GB 10765—2010 食品安全国家标准 婴儿配方食品 [S]. 北京:中国标准出版社, 2010.
- [ 8 ] 中华人民共和国卫生部. GB 10770—2010 食品安全国家标准 婴幼儿罐装辅助食品 [S]. 北京:中国标准出版社, 2010.
- [ 9 ] 中华人民共和国卫生部. GB 28050—2011 食品安全国家标准 预包装食品标签通则 [S]. 北京:中国标准出版社, 2011.
- [ 10 ] U. S. Department of Health and Human Services, Food and Drug Administration, Center for Food Safety and Applied Nutrition. Food Labeling Guide [EB/OL]. (2009-10) [2011-12-01]. [http://www.fda.gov/Food/Guidance Compliance Regulatory Information/GuidanceDocuments/Food Labeling Nutrition/FoodLabelingGuide/default.htm](http://www.fda.gov/Food/Guidance%20Compliance/Regulatory%20Information/GuidanceDocuments/Food%20Labeling%20Nutrition/FoodLabelingGuide/default.htm).
- [ 11 ] Department of Justice Canada. Food and Drug Regulations [EB/OL]. [2011-12-01]. [http://laws-lois.justice.gc.ca/eng/regulations/C.R.C.\\_c.\\_870/page-1.html](http://laws-lois.justice.gc.ca/eng/regulations/C.R.C._c._870/page-1.html).
- [ 12 ] Food Standards Australia New Zealand. Trans fatty acids in the New Zealand and Australian food supply [EB/OL]. [2011-12-01]. <http://www.foodstandards.gov.au/consumerinformation/transfatty-acids.cfm>.
- [ 13 ] France's food standards agency. Risk analysis on trans fats recommended labels and upper limits for foods [EB/OL]. (2005-04-07) [2011-12-01]. <http://www.foodnavigator.com/Science-Nutrition/France-risk-analysis-on-trans-fats-recommends-labels-and-upper-limits-for-foods>.
- [ 14 ] Danish Veterinary and Food Administration. Executive order on the content of trans fatty acids in oils and fat etc [S]. 2003-03-01.
- [ 15 ] EFSA. Scientific Opinion on Dietary Reference Values for fats, including saturated fatty acids, polyunsaturated fatty acids, monounsaturated fatty acids, trans fatty acids, and cholesterol [J]. *EFSA J*, 2010, 8(3):1-107.
- [ 16 ] Centre for Food Safety Food and Environmental Hygiene Department The Government of the Hong Kong Special Administrative Region. Risk assessment studies report No. 38. Trans Fatty Acids in Local Foods [EB/OL]. (2009-07) [2011-12-01]. [http://www.cfs.gov.hk/english/programme/Programme\\_rafs/programme\\_rafs\\_n\\_01\\_10\\_e.html](http://www.cfs.gov.hk/english/programme/Programme_rafs/programme_rafs_n_01_10_e.html).
- [ 17 ] 中华人民共和国卫生部. 食品营养标签管理规范 [EB/OL]. (2008-01-11) [2011-12-01]. [http://www.gov.cn/gzdt/2008-01/11/content\\_856260.htm](http://www.gov.cn/gzdt/2008-01/11/content_856260.htm).
- [ 18 ] MENSINK R P, KATAN M B. Effect of dietary trans fatty acids on high-density and low-density lipoprotein cholesterol levels in healthy subjects [J]. *N Engl J Med*, 1990, 323(7): 439-445.
- [ 19 ] KARBOWSKA J, KOCHAN Z. Trans fatty acids effects on coronary heart disease [J]. *Pol Merkur Lekarski*, 2011, 31(181):56-59.
- [ 20 ] MOZAFFARIAN D, KATAN M B, ASCHERIO A, et al. Trans fatty acids and cardiovascular disease [J]. *N Engl J Med*, 2006, 354(15): 1601-1613.
- [ 21 ] EFSA. Scientific Panel on Dietetic Products [EB/OL]. [2011-12-01]. [http://www.efsa.eu.int/science/nda/nda\\_opinions/588\\_en.html](http://www.efsa.eu.int/science/nda/nda_opinions/588_en.html).
- [ 22 ] DECSI T, KOLETKO B. Do trans fatty acids impair linoleic acid metabolism in children? [J]. *Ann Nutr Metab*, 1995, 39(1): 36-41.
- [ 23 ] SALAM M T, LI Y F, LANGHOLZ B, et al. Maternal fish consumption during pregnancy and risk of early childhood asthma [J]. *J Asthma*, 2005, 42(6): 513-518.
- [ 24 ] SALMERON J, HU F B, MANSON J E, et al. Dietary fat intake and risk of type 2 diabetes in women [J]. *Am J Clin Nutr*, 2001, 73(6):1019-1026.
- [ 25 ] ODEGAARD A O, PEREIRA M A. Trans fatty acids, insulin resistance, and type 2 diabetes [J]. *Nutr Rev*, 2006, 64(8): 364-372.
- [ 26 ] SMITH B K, ROBINSON L E, NAM R, et al. Trans fatty acids and cancer: a mini-review [J]. *Br J Nutr*, 2009, 102(9): 1254-1266.
- [ 27 ] KING I B, KRISTAL A R, SCHAFFER S, et al. Serum trans fatty acids are associated with risk of prostate cancer in beta-Carotene and Retinol Efficacy Trial [J]. *Cancer Epidemiol Biomarkers Prev*, 2005, 14(4): 988-992.
- [ 28 ] HOLMES M D, HUNTER D J, COLDITZ G A, et al. Association of dietary intake of fat and fatty acids with risk of breast cancer [J]. *JAMA*, 1999, 281(10): 914-920.
- [ 29 ] NAU J Y. Trans fatty acids increase the risk of breast cancer [J]. *Rev Med Suisse*, 2008, 4(154):1066.
- [ 30 ] PAOLO M. The Danish Trans Fat Ban [EB/OL]. [2011-12-01]. [www.cspinet.org/reports/gen-erationexcess/drostby.pdf](http://www.cspinet.org/reports/gen-erationexcess/drostby.pdf).
- [ 31 ] Stop Trans Fats. Korea legislates trans fat labelling [EB/OL]. [2011-12-01]. <http://www.stop-trans-fat.com/trans-fat-labelling-in-korea.html>.
- [ 32 ] 香港特别行政区政府食物安全中心. 食物及药物(成分组合及标签)规例 [EB/OL]. [2011-12-01]. [http://www.cfs.gov.hk/tc\\_chi/food\\_leg/food\\_leg\\_cl.html#7](http://www.cfs.gov.hk/tc_chi/food_leg/food_leg_cl.html#7).
- [ 33 ] SICHIERI R, CHIUVE S E, PEREIRA R A, et al. Dietary recommendations: comparing dietary guidelines from Brazil and the United States [J]. *Cad Saude Publica*, Rio de Janeiro, 2010, 26(11):2050-2058.
- [ 34 ] WHO. Diet, nutrition and the prevention of chronic diseases [EB/OL]. [2011-12-01]. <http://www.who.int/dietphysicalactivity/publications/trs916/download/en/>.

[35] STOP TRANS FATS. BAN TRANS FATS? Denmark did it and feels that others should follow [EB/OL]. [2011-12-01]. <http://www.stop-trans-fat.com/ban-trans-fats.html>.

[36] Health and Welfare Canada. Nutrition Recommendation, The Report of the Scientific Review Committee [M]. Ottawa: Health and Welfare Canada, 1990.

[37] Health Canada. Smart choices for your health [EB/OL]. (2010-11-15) [2011-12-01]. <http://www.healthcanadians.gc.ca/init/kids-enfants/food-aliment/nutrition/trans/index-eng.php>.

[38] FLOCK M R, KRIS-ETHERTON P M. Dietary Guidelines for Americans 2010: implications for cardiovascular disease [J]. *Curr Atheroscler Rep*, 2011, 13(6): 499-507.

[39] JOHNSON I L. Swiss limit unhealthy trans fats [EB/OL]. (2008-06-13) [2011-12-01]. [http://www.swissinfo.ch/eng/Home/Archive/Swiss\\_limit\\_unhealthy\\_trans\\_fats.html?cid=6775852](http://www.swissinfo.ch/eng/Home/Archive/Swiss_limit_unhealthy_trans_fats.html?cid=6775852).

[40] PARK H K. Nutrition policy in South Korea [J]. *Asia Pac J Clin Nutr*, 2008, 17(S1): S343-S345.

[41] MACKERRAS R R E M. Trans fatty acids in Australia and New Zealand [J]. *Australasian Epidemiologist*, 2009, 16(1): 20-22.

[42] BENERLEY B, ALISON L, GILLIAN S. National Diet and Nutrition Survey: Headline results from Years 1 and 2 (combined) of the rolling programme (2008-2009) [EB/OL]. [2011-12-01]. <http://www.food.gov.uk/multimedia/pdfs/publication/ndnsreport0809.pdf>.

[43] LICHTENSTEIN A H, APPEL L J, BRANDS M, et al. Summary of American Heart Association Diet and Lifestyle Recommendations revision 2006 [J]. *Arterioscler Thromb Vasc Biol*, 2006, 26(10): 2186-2191.

[44] Heart & Stroke. Health Check nutrition standards for fat [EB/OL]. [2011-12-01]. [http://www.heart-andstroke.com/site/c.ikiQLcMWJtE/b.4391459/k.F050/Health\\_Check\\_nutrient\\_standards\\_for\\_fat.htm](http://www.heart-andstroke.com/site/c.ikiQLcMWJtE/b.4391459/k.F050/Health_Check_nutrient_standards_for_fat.htm).

[45] British Heart Foundation. Trans Fatty Acids Policy Statement [EB/OL]. [2011-12-01]. <http://www.bhf.org.uk/PDF/trans%20fatty%20acids%20policy%20statement%20january%202010.pdf> Updated08/03/2010.

[46] DE ROOS N M, BOTS M L, KATAN M B. Replacement of dietary saturated fatty acids by trans fatty acids lowers serum HDL cholesterol and impairs endothelial function in healthy men and women [J]. *Arterioscler Thromb Vasc Biol*, 2001, 21(7): 1233-1237.

[47] WULF B, NIELS L, AGNES N, et al. Nordic Nutrition Recommendations 2004-integrating nutrition and physical activity [J]. *Scandin J Nutr*, 2004, 48(4): 178-187.

[48] Unilever. Sustainable living plan progress report 2011 [EB/OL]. [2011-12-01]. [http://www.unilever.com/images/uslp-Unil-ever\\_Sustainable\\_Living\\_Plan](http://www.unilever.com/images/uslp-Unil-ever_Sustainable_Living_Plan).

[49] MICHAEL M. Government statements on trans fats [EB/OL]. (2006-06-29) [2011-12-01]. <http://www.tfx.org.uk/page11.html>.

[50] 中国营养学会. 中国居民膳食指南[M]. 拉萨: 西藏人民出版社, 2007:51-52.

[51] 香港消费者委员会. 留意日常饮食的反式脂肪和饱和脂肪含量[EB/OL]. (2007-10-15). [2011-12-01]. <http://ww2.consumer.org.hk/p372/p372.pdf>.

综述

邻苯二甲酸酯类的毒性、分析方法及使用规定

张景,王竹天,樊永祥,朱蕾,张哲

(中国疾病预防控制中心营养与食品安全所,北京 100021)

摘要:本文对邻苯二甲酸酯类(phthalic acid esters,PAEs)增塑剂的毒性,近5年来食品、食品包装材料、生物样品中FAEs的分析方法以及美国、欧盟、日本、中国的相关使用规定进行了综述,并就探索更为可靠的分析方法,加强人群暴露水平评估,制定食品中PAEs的安全限值进行了讨论和总结。

关键词:邻苯二甲酸酯;毒性;检测方法;食品包装材料;食品安全

中图分类号:TQ407.9 文献标识码:A 文章编号:1004-8456(2012)05-0504-14

A review of toxicity, analytical methods and regulations on phthalic acid esters

Zhang Jing, Wang Zhutian, Fan Yongxiang, Zhu Lei, Zhang Zhe

(National Institute for Nutrition and Food Safety, China CDC, Beijing 100021, China)

Abstract: This article gave an outline of the scientific knowledge on phthalates about their toxicity and regulations in

收稿日期:2012-02-19

作者简介:张景 女 硕士生 研究方向为食品安全标准及化学添加剂分析 E-mail: zhangjing.tutu@163.com

通信作者:王竹天 男 研究员 研究方向为食品卫生