

## 风险评估

## 上海市市售食用植物油中邻苯二甲酸二丁酯膳食暴露评估

宇盛好,李亦奇,张露菁,程婕,彭少杰

(上海市食品药品监督管理局科技情报研究所,上海 200233)

**摘要:**目的 了解上海市市售食用植物油中邻苯二甲酸二丁酯(DBP)的污染水平,评估上海市居民膳食暴露风险。方法 利用2015—2019年市售食用植物油中DBP的抽检监测数据,结合居民膳食消费量,采用点评估法对食用植物油中DBP进行膳食暴露评估。结果 2015—2019年共抽检监测市售食用植物油样品1 248份,总超标率为3.4%(43/1 248),含量均值为 $(0.34\pm 2.15)$  mg/kg。按年份统计,超标率呈现波动上升趋势,2019年DBP超标率达到4.4%(13/295)。按食用植物油种类统计,核桃油、芝麻油以及菜籽油中DBP的污染较严重,超标率分别为28.6%(6/21)、10.5%(20/190)和9.2%(8/87)。上海市全人群通过食用植物油摄入DBP的每日暴露量均值和P97.5值分别为0.23和0.40  $\mu$ g/kg BW,分别占DBP每日耐受摄入量(TDI, 10  $\mu$ g/kg BW)的2.3%和4.0%。结论 上海市居民从食用植物油摄入DBP的健康风险较低,处于可接受水平。

**关键词:**食用植物油;邻苯二甲酸二丁酯;暴露评估;每日耐受摄入量

中图分类号:R155 文献标识码:A 文章编号:1004-8456(2020)06-0692-05

DOI:10.13590/j.cjfh.2020.06.019

**Dietary exposure assessment of dibutyl phthalate in edible vegetable oil in Shanghai**

YU Shenghao, LI Yiqi, ZHANG Lujing, CHENG Jie, PENG Shaojie

(Science and Technology Information Institute of Shanghai Food and Drug Administration, Shanghai 200233, China)

**Abstract: Objective** This paper aim to investigate dibutyl phthalate (DBP) concentration level in edible vegetable oil sold in Shanghai, and to evaluate the dietary exposure risk of local residents. **Methods** By combining monitoring data of DBP in edible vegetable oil sold in Shanghai from 2015 to 2019 with the dietary consumption data of residents, the dietary exposure of DBP in edible vegetable oil was assessed via point assessment method. **Results** A total of 1 248 DBP samples in edible vegetable oil were tested from 2015 to 2019, the overall unqualified rate was 3.4% (43/1 248), and the mean concentration was  $(0.34\pm 2.15)$  mg/kg. According to the annual statistics, the unqualified rate showed an upward trend of fluctuation and reached 4.4% (13/295) in 2019. According to the statistics of edible vegetable oil varieties, DBP contamination levels in walnut oil, sesame oil and rapeseed oil were relatively serious, with the unqualified rate of 28.6% (6/21), 10.5% (20/190) and 9.2% (8/87), respectively. The mean and 97.5 percentile daily DBP intake from edible vegetable oil in general population were 0.23 and 0.40  $\mu$ g/kg BW, accounting for 2.3% and 4.0% of tolerable daily intake (TDI, 10  $\mu$ g/kg BW), respectively. **Conclusion** The health risk of DBP intake from edible vegetable oil was relatively low and acceptable for Shanghai residents.

**Key words:** Edible vegetable oil; dibutyl phthalate; exposure assessment; tolerable daily intake

邻苯二甲酸酯类(phthalic acid esters, PAEs)物质是邻苯二甲酸经过酯化形成的一系列酯类化合物,种类繁多,邻苯二甲酸二丁酯(DBP)是其中常

见的一种增塑剂,广泛应用于食品行业的塑料包装等众多产品中。PAEs在环境中广泛存在,且不易降解,已成为目前全球范围内存在最广泛的环境污染物之一。PAEs与聚合物之间并非以共价键结合,因此DBP易从产品中迁移和释放出来,进入到空气、水源、土壤以及食物等<sup>[1-5]</sup>,并通过呼吸、皮肤以及饮食等途径进入人体,对人体健康造成潜在安全风险<sup>[6-8]</sup>。动物试验<sup>[9-11]</sup>表明,DBP具有发育毒性、生殖毒性以及神经毒性,可导致大鼠生育率下降、附睾发育不全、仔鼠出生体质量下降、体质量增长变

收稿日期:2020-09-15

基金项目:2020年度上海市市场监督管理局政策研究课题(20200231)

作者简介:宇盛好 男 工程师 研究方向为食品安全风险监测与评估 E-mail:yushenghao@smda.sh.cn

通信作者:彭少杰 男 主任医师 研究方向为食品安全风险监测与评估 E-mail:pengshaojie@smda.sh.cn

缓、运动减少、小鼠记忆力下降并极易焦虑等。饮食是人体摄入 DBP 的主要暴露途径,长期食用被 DBP 污染的食品,可能会引起生殖系统的异常<sup>[12-14]</sup>。

植物油料(包括芝麻、核桃、花生、油菜籽、大豆等)在种植、生长、收获、储存、运输、加工等过程中均可能受到 DBP 的污染<sup>[15-18]</sup>,并且植物油外包装、生产设备等食品接触材料中的 DBP 可能迁移到植物油中<sup>[19]</sup>,使得食用植物油成为 DBP 污染高风险的食品。为了解近年来上海市市售食用植物油中 DBP 的污染情况和膳食暴露风险,本研究利用 2015—2019 年上海市市售食用植物油中 DBP 的抽检监测结果,结合居民食用植物油摄入量数据,采用点评估法对市售食用植物油中 DBP 进行了膳食暴露评估,以期为食用植物油的安全科学监管提供参考。

## 1 材料与方法

### 1.1 样品采集

本研究中 1 248 份食用植物油样品来自上海市食品安全监管部门于 2015—2019 年组织开展的食品安全抽检监测,包括大豆油、芝麻油、玉米油、花生油、橄榄油、葵花籽油、菜籽油、食用植物调和油、核桃油、其他食用植物油等 10 种食用植物油。上述样品随机采集于上海市 16 个区的 442 个采样点,包括生产环节(成品库)、流通环节(主要有超市、菜市场、批发市场、商场、食品店、网购等)以及餐饮环节(主要有特大型、大型、中型和小型餐馆以及快餐店等)。样品的标称产地在国内主要包括上海市、江苏省、安徽省、山东省、浙江省、广东省等 25 个省、自治区、直辖市,国外主要包括西班牙、意大利、比利时等 9 个国家。

### 1.2 方法

#### 1.2.1 检测方法

食用植物油样品由具备资质的检验机构进行 DBP 检验,检验方法执行《2013 年国家食品污染和有害因素风险工作手册》(食品中 18 种 PAEs 检测的标准操作程序)<sup>[20]</sup>(定量限为 0.1 mg/kg)或 GB 5009.271—2016《食品安全国家标准 食品中邻苯二甲酸酯的测定》(第二法 气相色谱-质谱法 外标法)<sup>[21]</sup>(定量限为 0.3 mg/kg)进行检验。目前我国缺乏食用植物油中 DBP 的强制性食品安全国家标准,本研究按照我国原卫生部发布的《卫生部办公厅关于通报食品及食品添加剂邻苯二甲酸酯类物质最大残留量的函》(卫办监督函[2011]551号)<sup>[22]</sup>中所规定的国家临时限量值进行评价,即食

用植物油中 DBP 的最大残留量为 0.3 mg/kg。

#### 1.2.2 膳食暴露评估方法

采用点评估法<sup>[23]</sup>研究食用植物油中 DBP 的膳食暴露量,暴露量的计算公式为:

$$EXP = \frac{F \times C}{BW}$$

其中,EXP 为居民每日食用植物油中 DBP 的暴露量,μg/kg BW;F 为居民每日食用植物油摄入量,g/d;C 为食用植物油中 DBP 的含量,mg/kg;BW 为人群的平均体重,kg。

本次食用植物油中 DBP 膳食暴露量均值采用食用植物油摄入量均值和 DBP 含量均值计算获得,DBP 膳食暴露量 P97.5 值采用食用植物油摄入量均值和 DBP 含量 P97.5 值计算获得。

上海市居民每日食用油消费量数据采用《中国居民营养与健康状况监测报告之一:2010—2013 年膳食与营养素摄入状况》<sup>[24]</sup>中大城市每日食用植物油的摄入量,本次膳食暴露评估重点关注全人群、学龄前儿童(2~6 岁)以及老人(60 岁及以上)等,上海市全人群每日植物油摄入量均值为 39.3 g/d,2~3 岁男性、女性每日植物油摄入量均值分别为 21.5 和 17.4 g/d,4~6 岁男性、女性每日植物油摄入量均值分别为 28.9 和 26.3 g/d,60~69 岁男性、女性每日植物油摄入量均值分别为 37.3 和 31.2 g/d,≥70 岁男性、女性每日植物油摄入量均值分别为 31.4 和 28.7 g/d。

上海市各年龄段居民的体重数据采用 2013 年上海市居民食物消费量调查结果。该调查由原上海市食品药品监督管理局组织复旦大学等单位完成,采用 24 h 回顾法、食物频率表法等进行入户调查,共调查 6 147 人。上海市居民 2~3、4~6、60~69、≥70 岁以及全人群的平均体重分别为 16.1、26.5、65.2、61.6、57.7 kg。

#### 1.2.3 健康指导值

2005 年欧洲食品安全局(European Food Safety Authority,EFSA)根据大鼠的发育毒性制定 DBP 的每日耐受摄入量(TDI 值)为 10 μg/kg BW<sup>[25]</sup>,本研究采用该 TDI 值作为风险评估的健康指导值。

### 1.3 统计学分析

受不同检测方法和测量仪器的局限性等影响,DBP 的检测结果往往含有“未检出”值(not detected,ND),这些值可能是真实的“0”值,也有可能是低于定量限的痕量值。根据世界卫生组织(WHO)以及国家食品安全风险评估专家委员会对未检出数据的处理原则,当未检出数据的样品占总样品量的比例≤60%时,所有 ND 值用 1/2 检出限

(limit of detection, LOD) 替代; 当未检出数据的样品占总样品量的比例 > 60% 时, 所有 ND 值用 0 和 LOD 替代<sup>[26-27]</sup>。本次基于风险测算最大原则, 食用植物油中 DBP 的 ND 值以检测方法定量限替代。利用 Excel 软件和 SPSS 17.0 软件, 对数据资料进行整理和统计分析。食用植物油中 DBP 的含量以均数 ± 标准差 ( $\bar{x} \pm s$ ) 表示。

## 2 结果与分析

### 2.1 食用植物油中 DBP 检测结果

#### 2.1.1 不同年份检测结果

2015—2019 年, 共检测上海市市售食用植物油中 DBP 样品 1 248 份, 其中 43 份样品超过国家临时限量值 (0.3 mg/kg), 总体检出率和超标率均为 3.4% (43/1 248), 检测值范围为 ND~75.20 mg/kg, 总体含量均值为 (0.34 ± 2.15) mg/kg。按照监测年

份统计, 市售食用植物油中 DBP 的超标率呈现波动上升趋势, 2019 年超标率为 4.4% (13/295), 较 2015 年超标率 (0.0%, 0/198) 上升 4.4%, 见表 1。

#### 2.1.2 不同种类食用油检测结果

按照食用油种类进行统计, 2015—2019 年 10 类食用植物油中 DBP 的超标率为 0.0%~28.6%, 有 7 类食用植物油出现不合格, 其中核桃油、芝麻油以及菜籽油中 DBP 的污染较严重, 超标率分别为 28.6% (6/21)、10.5% (20/190) 和 9.2% (8/87), 见表 2。由于不同年份食用植物油中 DBP 的检测方法定量限不同, 因此为更好地对比不同年份和不同种类食用植物油中 DBP 含量均值, 对于 ND 值分别采用 0 和定量限进行计算, 结果表明核桃油和玉米油中 DBP 的含量均值较高, 其中有 1 份玉米油中 DBP 的含量最大值为 75.20 mg/kg, 约为 DBP 最大残留限量值 (0.3 mg/kg) 的 251 倍 (见表 2)。

表 1 2015—2019 年上海市市售食用植物油中 DBP 的检测结果 ( $\bar{x} \pm s$ )

Table 1 Detection results of DBP in edible vegetable oil from 2015 to 2019 in Shanghai

年份	检测份数	检出份数	检出率/%	超标率/%	含量/(mg/kg)			
					均值	P50	P97.5	最大值
2015	198	0	0.0	0.0	0.10 ± 0.00	0.10	0.10	0.10
2016	180	2	1.1	1.1	0.11 ± 0.09	0.10	0.10	1.11
2017	275	6	2.2	2.2	0.58 ± 4.52	0.30	0.30	75.20
2018	300	22	7.3	7.3	0.36 ± 0.32	0.30	1.10	3.08
2019	295	13	4.4	4.4	0.38 ± 0.56	0.30	0.97	7.44
合计	1 248	43	3.4	3.4	0.34 ± 2.15	0.30	0.59	75.20

注: 表中含量数据为将 ND 数据赋值后的数据, 2015—2016 年食用植物油中 DBP 的 ND 值以定量限 (0.1 mg/kg) 计算, 2017—2019 年食用植物油中 DBP 的 ND 值以定量限 (0.3 mg/kg) 计算

表 2 2015—2019 年不同种类食用植物油中 DBP 的检测结果 ( $\bar{x} \pm s$ )

Table 2 Detection results of DBP in different varieties of edible vegetable oil from 2015 to 2019

食用植物油种类	检测份数	检出份数	检出率/%	超标率/%	含量/(mg/kg)		
					均值 <sup>a</sup>	均值 <sup>b</sup>	最大值
核桃油	21	6	28.6	28.6	0.83 ± 1.92	1.04 ± 1.83	7.44
芝麻油	190	20	10.5	10.5	0.11 ± 0.42	0.33 ± 0.38	3.41
菜籽油	87	8	9.2	9.2	0.10 ± 0.38	0.34 ± 0.32	2.39
食用植物调和油	37	1	2.7	2.7	0.03 ± 0.19	0.32 ± 0.14	1.16
花生油	176	4	2.3	2.3	0.04 ± 0.30	0.27 ± 0.29	3.03
玉米油	188	3	1.6	1.6	0.41 ± 5.48	0.64 ± 5.47	75.20
大豆油	226	1	0.4	0.4	0.00 ± 0.04	0.23 ± 0.10	0.55
葵花籽油	141	0	0.0	0.0	0.00 ± 0.00	0.21 ± 0.10	ND
橄榄油	169	0	0.0	0.0	0.00 ± 0.00	0.24 ± 0.09	ND
其他食用植物油	13	0	0.0	0.0	0.00 ± 0.00	0.22 ± 0.10	ND
合计	1 248	43	3.4	3.4	0.11 ± 2.16	0.34 ± 2.15	75.20

注: 表中含量均值为将 ND 值赋值后的数据, <sup>a</sup> 为 ND 值以 0 计算, <sup>b</sup> 为 ND 值以定量限计算

### 2.2 膳食暴露评估

上海市全人群每日通过食用植物油摄入 DBP 的暴露量均值和 P97.5 值分别为 0.23 和 0.40 μg/kg BW, 占 TDI 的比值分别为 2.3% 和 4.0%。本次暴露评估还重点关注学龄前儿童 (2~3 岁、4~6 岁) 以及老人 (60~69 岁、70 岁以上) 等特殊群体, 结

果表明这 4 个年龄段的男性以及女性每日通过食用植物油摄入 DBP 的暴露量均值范围为 0.16~0.45 μg/kg BW, 分别占 TDI 的比值范围为 1.6%~4.5% (见表 3)。结果表明上海市全人群、学龄前儿童以及老人每日通过食用植物油摄入 DBP 的暴露量均值均较低, 因此上海市居民从食用植物油摄入 DBP

的健康风险较低,处于可接受水平。

表3 上海市居民每日通过食用植物油摄入 DBP 的暴露量  
Table 3 Daily exposure levels of DBP from edible vegetable oil for Shanghai residents

分组	摄入量均值/(g/d)	每日膳食暴露量/( $\mu\text{g}/\text{kg BW}$ )		每日膳食暴露量占 TDI 的比值/%	
		均值	P97.5	均值	P97.5
2~3岁男性	21.5	0.45	0.79	4.5	7.9
2~3岁女性	17.4	0.37	0.64	3.7	6.4
4~6岁男性	28.9	0.37	0.64	3.7	6.4
4~6岁女性	26.3	0.34	0.59	3.4	5.9
60~69岁男性	37.3	0.19	0.34	1.9	3.4
60~69岁女性	31.2	0.16	0.28	1.6	2.8
$\geq 70$ 岁男性	31.4	0.17	0.30	1.7	3.0
$\geq 70$ 岁女性	28.7	0.16	0.27	1.6	2.7
全人群	39.3	0.23	0.40	2.3	4.0

注:表中 ND 值以定量限计算;每日膳食暴露量 P97.5 值通过食用植物油中 DBP 检测值的 P97.5 值与居民每日食用植物油摄入量的均值计算获得

### 3 讨论

本研究发现上海市市售食用植物油中 DBP 的总体超标率为 3.4%,其中核桃油、芝麻油以及菜籽油中 DBP 的超标率较高。赵纪莹等<sup>[28]</sup>对 2018 年河南省市售食用植物油中 PAEs 塑化剂污染状况调查结果显示,植物油中 DBP 的超标率为 21.6%,刘秀清<sup>[29]</sup>对食用植物油中 PAEs 污染风险分析与控制的研究结果显示,食用植物油中 DBP 的超标率约为 20.4%,均高于本研究结果。本研究涉及的 1 248 份食用植物油样品,有 70.4%(878/1 248)的样品来自超市,由于超市对食用植物油产品进货把关较严格,因此上海市市售食用植物油样品中 DBP 的超标率较低。食用植物油中 DBP 的污染主要有以下三方面原因:一是油料作物在种植过程中受到了环境中 DBP 污染,导致油料中含有 DBP<sup>[17-18,30]</sup>;二是食用植物油加工环节,与油脂接触的塑料管道、加工助剂中含有 DBP<sup>[19,30-31]</sup>,不排除企业违规添加含有 DBP 的食品用香精香料<sup>[32]</sup>,都可能导致食用植物油中含有 DBP;三是食用植物油包装材料含有 DBP,可能会迁移到食用植物油中<sup>[30-31]</sup>。

上海市全人群每日通过食用植物油摄入 DBP 的暴露量均值为 0.23  $\mu\text{g}/\text{kg BW}$ ,占 TDI 的比值为 2.3%。王彝白纳等<sup>[33]</sup>对中国居民 DBP 膳食摄入水平及其风险评估结果显示,我国全人群每日经膳食途径摄入的 DBP 均值为 1.21  $\mu\text{g}/\text{kg BW}$ ,其中食用植物油对 DBP 摄入的贡献率为 13.45%,可以计算出食用植物油中 DBP 的暴露量均值约为 0.16  $\mu\text{g}/\text{kg BW}$ ,占 TDI 的比值为 1.6%。鲍佳沁<sup>[34]</sup>对食品化妆品中 PAEs 累积风险评估研究结果显示,上海市居民每日通过食用植物油摄入 DBP 的暴露量

均值约为 0.17  $\mu\text{g}/\text{kg BW}$ ,占 TDI 的比值为 1.7%。上海市全人群每日通过食用植物油摄入 DBP 暴露量均值略高上述两项研究结果,可能与不同年份食用植物油中 DBP 含量不同以及居民每日食用植物油摄入量不同有关。由于缺乏上海市居民食用植物油的高端摄入量 P97.5 值,本研究采用食用植物油中 DBP 含量的 P97.5 值和食用植物油摄入量的均值来计算 DBP 暴露量 P97.5 值,得到上海市全人群每日通过食用植物油摄入 DBP 的暴露量 P97.5 值为 0.40  $\mu\text{g}/\text{kg BW}$ ,占 TDI 的比值为 4.0%,表明上海市居民通过食用植物油摄入 DBP 的健康风险较低。

本研究也存在一定的不确定性,主要在于:一是本次评估所用的食用植物油膳食摄入量数据来源于 2010—2013 年全国食物摄入量调查数据,可能与目前上海市居民膳食结构存在一定差异。二是本次评估未考虑食用植物油以外其他食品 DBP 残留情况,也未考虑空气、皮肤等其他暴露途径,不能全面评价 DBP 的人体暴露风险。

本评估结果表明上海市居民食用植物油中 DBP 的膳食暴露水平不高,健康风险总体处于可接受水平。但考虑到食用植物油与居民消费关系密切,DBP 的来源广泛,且近年来食用植物油中 PAEs 增塑剂多次出现舆情事件,所以仍需加强包括食用植物油在内的食品中 DBP 污染的抽检监测。本研究总结以下风险管理建议:一是食品生产经营者要落实食品安全主体责任,加强供应商审核和进货查验,生产企业还需严格把控油料、食品添加剂、加工助剂、加工环节涉及的塑料管道和包装材料,优化生产工艺,避免食用植物油中塑化剂的污染;二是相关部门加大环境治理力度,严格管理油料种植区域,远离环境污染区,定期监测土壤、油料中塑化剂的残留量;三是市场监管部门加大对核桃油、芝麻油以及菜籽油等重点品种的食用植物油企业的执法检查 and 抽检监测,若发现食用植物油中 DBP 超过国家临时限量值,应要求企业及时查找原因、彻底整改,确保食用植物油的质量安全。

### 参考文献

- [1] LIU X W, SHI J H, BO T, et al. Occurrence of phthalic acid esters in source waters: a nationwide survey in China during the period of 2009-2012 [J]. Environmental Pollution, 2014, 184 (1): 262-270.
- [2] GAO X Y, LI J, WANG X N, et al. Exposure and ecological risk of phthalate esters in the Taihu Lake basin, China [J]. Ecotoxicology and Environmental Safety, 2019, 171: 564-570.
- [3] CAO X L. Phthalate esters in foods: sources, occurrence, and analytical methods [J]. Comprehensive Reviews in Food Science

- and Food Safety, 2010, 9(1):21-43.
- [ 4 ] NET S, SEMPÉRÉ R, DELMONT A, et al. Occurrence, fate, behavior and ecotoxicological state of phthalates in different environmental matrices [ J ]. *Environmental Science & Technology*, 2015, 49(7):4019-4035.
- [ 5 ] 曹龙, 张朝升, 陈秋丽, 等. 邻苯二甲酸酯的环境污染和生态行为及毒理效应研究进展 [ J ]. *生态毒理学报*, 2018, 13(2):34-46.
- [ 6 ] SCHETTLER T. Human exposure to phthalates via consumer products [ J ]. *International Journal of Andrology*, 2006, 29(1):134-139.
- [ 7 ] GUO Y, ALOMIRAH H, CHO H S, et al. Occurrence of phthalate metabolites in human urine from several Asian countries [ J ]. *Environmental Science & Technology*, 2011, 45(7):3138-3144.
- [ 8 ] World Health Organization. Environmental health criteria 189, di-n-butyl phthalate [ R ]. Geneva: WHO, 1997.
- [ 9 ] WITTASSEK M, KOCH H M, ANGERER J, et al. Assessing exposure to phthalates—the human biomonitoring approach [ J ]. *Molecular Nutrition & Food Research*, 2011, 55(1):7-31.
- [ 10 ] FARZANEHFAR V, NADERI N, KOBARFARD F, et al. Determination of dibutyl phthalate neurobehavioral toxicity in mice [ J ]. *Food and Chemical Toxicology*, 2016, 94:221-226.
- [ 11 ] EMA M, MIYAWAKI E. Adverse effects on development of the reproductive system in male offspring of rats given monobutyl phthalate, a metabolite of dibutyl phthalate, during late pregnancy [ J ]. *Reproductive Toxicology*, 2001, 15(2):189-194.
- [ 12 ] 刘慧杰, 舒为群. 邻苯二甲酸酯类化合物的毒理学效应及对人群健康的危害 [ J ]. *第三军医大学学报*, 2004, 26(19):1778-1781.
- [ 13 ] 张蕴晖, 林玲, 阚海东, 等. 邻苯二甲酸二丁酯的人群综合暴露评估 [ J ]. *中国环境科学*, 2007, 27(5):651-656.
- [ 14 ] DUTY S M, CALAFAT A M, SILVA M J, et al. Phthalate exposure and reproductive hormones in adult men [ J ]. *Human Reproduction*, 2005, 20(3):604-610.
- [ 15 ] 崔明明, 王凯荣, 王琳琳, 等. 山东省花生主产区土壤和花生籽粒中邻苯二甲酸酯的分布特征 [ J ]. *应用生态学报*, 2013, 24(12):3523-3530.
- [ 16 ] 刘玉兰, 刘燕, 胡爱鹏, 等. 芝麻中塑化剂含量及其在制油过程中的迁移规律 [ J ]. *食品科学*, 2019, 40(4):312-317.
- [ 17 ] SHI L K, ZHANG M M, LIU Y L. Concentration and survey of phthalic acid esters in edible vegetable oils and oilseeds by gas chromatography-mass spectrometry in China [ J ]. *Food Control*, 2016, 68:118-123.
- [ 18 ] 胡爱鹏, 刘玉兰, 张明明, 等. 气相色谱-质谱联用法直接测定植物油料中邻苯二甲酸酯类塑化剂 [ J ]. *食品科学*, 2016, 37(18):146-151.
- [ 19 ] 邹燕娣, 包李林, 周青燕, 等. 食用植物油中邻苯二甲酸酯类塑化剂来源和风险控制措施研究 [ J ]. *中国油脂*, 2019, 44(5):123-127.
- [ 20 ] 杨大进, 李宁. 2013年国家食品污染和有害因素风险工作手册 [ M ]. 北京:中国质检出版社, 中国标准出版社, 2012:343-348.
- [ 21 ] 中华人民共和国国家卫生和计划生育委员会, 国家食品药品监督管理总局. 食品安全国家标准 食品中邻苯二甲酸酯的测定; GB 5009.271—2016 [ S ]. 北京:中国标准出版社, 2016.
- [ 22 ] 卫生部. 卫生部办公厅关于通报食品及食品添加剂中邻苯二甲酸酯类物质最大残留量的函; 卫办监督函 [ 2011 ] 551号 [ EB/OL ]. ( 2011-06-13 ) [ 2020-05-20 ]. <http://law.foodmate.net/show-175051.html>.
- [ 23 ] 王向未, 仇厚援, 张志恒, 等. 食品中膳食暴露评估模型研究进展 [ J ]. *浙江农业学报*, 2012, 24(4):733-738.
- [ 24 ] 赵丽云, 何宇纳. 中国居民营养与健康状况监测报告之一: 2010—2013年膳食与营养素摄入状况 [ M ]. 北京:人民卫生出版社, 2018:171-173.
- [ 25 ] EFSA. Opinion of the scientific panel on food additives, flavourings, processing aids and materials in contact with food (AFC) on a request from the commission related to di-butyl phthalate (DBP) for use in food contact materials [ J ]. *EFSA J*, 2005, 242:1-17.
- [ 26 ] 王绪卿, 吴永宁, 陈君石. 食品污染监测低水平数据处理问题 [ J ]. *中华预防医学杂志*, 2002, 36(4):278-279.
- [ 27 ] 国家食品安全风险评估专家委员会. 食品安全风险评估数据需求及采集要求 [ EB/OL ]. ( 2010-11-01 ) [ 2020-05-20 ]. <http://www.cfsa.net.cn:8033/UploadFiles/news/upload/2013/2013-12/16147e14-2445-475e-8efa-946e83383897.pdf>.
- [ 28 ] 赵纪莹, 王娜娜, 董宇. 河南省市售食用植物油中邻苯二甲酸酯类塑化剂污染状况调查 [ J ]. *现代预防医学*, 2020, 47(4):608-611.
- [ 29 ] 刘秀清. 食用植物油中邻苯二甲酸酯类的污染的风险分析与控制 [ J ]. *现代食品*, 2016(16):87-90.
- [ 30 ] 黄伟, 赵雪梅. 食用油中邻苯二甲酸酯类增塑剂污染的途径和风险控制研究 [ J ]. *食品安全质量检测学报*, 2016, 7(8):3108-3113.
- [ 31 ] 潘静静, 钟怀宁, 李丹, 等. 食品接触材料及制品中邻苯二甲酸酯类塑化剂的风险管控 [ J ]. *中国油脂*, 2019, 44(4):85-90.
- [ 32 ] 张景. 香精香料中邻苯二甲酸酯污染状况及职工邻苯二甲酸二(2-乙基)己酯暴露水平研究 [ D ]. 北京:中国疾病预防控制中心, 2013.
- [ 33 ] 王彝白纳, 蒋定国, 杨大进, 等. 中国居民邻苯二甲酸二丁酯膳食摄入水平及其风险评估 [ J ]. *中国食品卫生杂志*, 2016, 28(6):800-804.
- [ 34 ] 鲍佳沁. 食品化妆品中邻苯二甲酸酯类累积风险评估研究 [ D ]. 上海:上海海洋大学, 2015.