

# 2013年内蒙古地区市售植物油中3种邻苯二甲酸酯含量调查分析

陈志民, 徐晓枫, 蒲云霞\*, 李伟, 单美娜, 刘宇

(内蒙古综合疾病预防控制中心, 呼和浩特 010031)

**摘要:** **目的** 了解2013年内蒙古地区市售植物油中邻苯二甲酸酯类物质的污染情况, 为加强食品安全监督管理提供依据。**方法** 在内蒙古地区各大型超市、农贸市场和食品商店等流通领域抽取不同品牌的桶装植物油共150份。采用固相萃取-气相色谱-质谱法测定了植物油样本中3种邻苯二甲酸酯类化合物(邻苯二甲酸二异壬酯、邻苯二甲酸二正丁酯、邻苯二甲酸(2-乙基己基)酯)的浓度。**结果** 在采集的150份样品中, 共有46份样品检测出邻苯二甲酸酯类物质邻苯二甲酸二正丁酯与邻苯二甲酸(2-乙基己基)酯, 总检出率为30.67%; 分别为18.67%和20.00%, 最高检出浓度分别为46.50 mg/kg和0.85 mg/kg; 邻苯二甲酸二正丁酯检出超标样品15份, 超标率为10.00%, 检出率和超标率最高的均是亚麻籽油, 检出率为38.89%, 超标率为19.44%。**结论** 内蒙古地区市售植物油中邻苯二甲酸酯类物质的检出率较高, 且邻苯二甲酸二正丁酯有超标样品检出。应加强植物油生产过程的监管及食品包装材料对植物油的污染, 定期开展监测工作。

**关键词:** 邻苯二甲酸酯; 植物油; 内蒙古地区; 调查分析

## Investigation and analysis of 3 kinds of phthalates esters in commercially available vegetable oils in Inner Mongolia area in 2013

CHEN Zhi-Min, XU Xiao-Feng, PU Yun-Xia\*, LI Wei, SHAN Mei-Na, LIU Yu

(Inner Mongolia Comprehensive Center for Disease Control and Prevention, Hohhot 010031, China)

**ABSTRACT: Objective** To understand the pollution situation of phthalates esters (PAEs) in commercially available vegetable oils in Inner Mongolia area in 2013, so as to provide basis for strengthening food safety supervision and management. **Methods** A total of 150 samples of vegetable oils with different brands were collected from several commodity circulation areas. The concentrations of 3 kinds of PAEs were determined by solid phase extraction-gas chromatography-mass spectrometry (SPE-GC-MS). **Results** Totally 46 positive samples of vegetable oils were detected with the detection rate of 30.67%. The detection rates of dibutyl phthalate (DBP) and bis(2-ethylhexyl) phthalate (DEHP) were 18.67% and 20.00%, respectively. The maximum concentrations of DBP and DEHP were 46.50 and 0.85 mg/kg, respectively. Besides, 15 excess samples of vegetable oils were detected, with the exceeding rate of DBP was 10.00%, and the maximum detection rate and exceeding rate of DBP in flaxseed oil were 38.89% and 19.44%, respectively. **Conclusion** There are high detection rates of DBP and DEHP in commercially available vegetable oils in Inner Mongolia area, and the exceeding rate of DBP are detected. Therefore, more attentions should be paid to strengthen the supervision of the production process of vegetable oils and the

\*通讯作者: 蒲云霞, 硕士, 副主任检验师, 主要研究方向为食品安全风险检测与评估。E-mail: btlisa2008@163.com

\*Corresponding author: PU Yun-Xia, Master, Senior Technical Personnel, Inner Mongolia Comprehensive Center for Disease Control and Prevention, No.50, Erdos Sreet, Yuquan District, Hohhot 010031, China. E-mail: btlisa2008@163.com

potential pollution in vegetable oils from packaging materials, and regular monitoring work should be carried.

**KEY WORDS:** phthalates esters; vegetable oils; Inner Mongolia area; investigation and analysis

## 1 引言

塑化剂是一种高分子材料助剂,也是环境雌激素中的酞酸酯类(phthalates, PAEs),统称为邻苯二甲酸酯类,其种类繁多,最常见的是邻苯二甲酸二(2-乙基)己酯(bis(2-ethylexyl)phthalate, DEHP),是一种无色、无味液体,工业上应用广泛。PAEs 是一类能够起到软化作用的化学品,因此,这类物质是塑料工业中最常见的增塑剂、软化剂和可塑剂,被普遍应用在诸多领域,如玩具、食品包装材料、医用血袋和胶管等数百种产品中<sup>[1-5]</sup>。

欧盟曾于 2004 年立法规定所有儿童用品中禁止使用 DEHP 等多种塑化剂<sup>[6]</sup>。同时,欧盟食品科学委员会(Scientific Committee on Food, SCF)通过科学评估,认为 DEHP 的人体每日允许摄入量(allowable daily intake, ADI)为 50  $\mu\text{g}/(\text{kg}\cdot\text{d})$ <sup>[7]</sup>。然而,一些不法商家为了降低成本,提高效益,将 PAEs 非法添加于塑料制品中,使塑料呈现不同的形状。2011 年 5 月起中国台湾地区食品中先后检出 DEHP、邻苯二甲酸二异壬酯(diisononyl phthalate, DINP)、邻苯二甲酸二正辛酯(dioctyl phthalate, DNOP)、邻苯二甲酸二丁酯(dibutyl phthalate, DBP)、邻苯二甲酸二甲酯(dimethyl phthalate, DMP)、邻苯二甲酸二乙酯(diethyl phthalate, DEP)等 6 种邻苯二甲酸酯类塑化剂成分,药品检出邻苯二甲酸二异癸酯(di-iso-decyl phthalate, DIDP)。同年 6 月 1 日,卫生部紧急发布公告,将邻苯二甲酸酯(也叫酞酸酯)类物质,列入食品中可能违法添加的非食用物质和易滥用的食品添加剂名单<sup>[8,9]</sup>。

目前,PAEs 的测定方法有色谱法(gas chromatography, GC)、高效液相色谱法(high performance liquid chromatography, HPLC)、气相色谱-液相色谱联用法(gas chromatography-mass spectrometry, GC-MS)、高效液相色谱-质谱联用法(high performance liquid chromatography-mass spectrometry, HPLC-MS)等<sup>[10-13]</sup>。GC-MS 和 HPLC-MS 方法正日趋成熟。

本研究采用 GC-MS 分析内蒙古地区市售桶装植物油中 3 种塑化剂(DBP、DEHP 和 DINP)的污染情况,为政府监管植物油提供一些基础数据,以保护消费者的健康。

## 2 材料与方法

### 2.1 仪器与试剂

Agilent 7890A-5795C 气相色谱质谱仪(美国 Agilent 公司)、MS 3 basic 漩涡混合器(德国 IKA 公司)、N-EVAP 型氮吹仪(美国 Organomation 公司)、具塞玻璃刻度试管(10

mL, 南通市卫宁实验器材有限公司)、HP-6019 固相萃取仪(中国上海济成分析仪器有限公司)、烘箱(美国 Thermo Scientific)、SILICA/PSA 玻璃混合型固相萃取柱(1.0 g/6 mL, 天津 Dikma 公司)

标准物质: DINP、D<sub>4</sub>-DBP、D<sub>4</sub>-DEHP(纯度>98.0%, 美国 Accustandard 公司); 16 种 PAEs 混合标准母液(1000  $\mu\text{g}/\text{mL}$ , 美国 Accustandard 公司); 正己烷、乙腈、丙酮(色谱纯, 德国 Merck 公司)。

### 2.2 试验样品

为了保证样品具有代表性,于 2013 年 8 月份对内蒙古地区 12 个盟市的大型超市、农贸市场和食品商店销售的桶装植物油进行随机采样。共采集 36 份亚麻籽油、34 份葵花籽油、3 份菜籽油、9 份花生油、13 份调和油、23 份大豆油、30 份玉米油、2 份稻米油,室温储藏。

### 2.3 试验方法

#### 2.3.1 样品前处理

称取 0.5 g(准确到 0.001 g)的食用油于 10 mL 具塞玻璃刻度试管,先加 0.1 mL D<sub>4</sub>-DBP 和 D<sub>4</sub>-DEHP 应用液混匀,再加 6 mL 乙腈,漩涡混匀 1 min, 3000 r/min 离心 5 min 分层,乙腈相待净化。

取 SILICA/PSA 玻璃混合型固相萃取柱,先用 5 mL 二氯甲烷、5 mL 乙腈活化柱子,然后取上述乙腈相 1~2 mL 加到柱子上并用试管收集,待样品过柱后再用 5 mL 乙腈洗脱并一起收集,洗脱液在 45  $^{\circ}\text{C}$  下用氮吹仪吹干,加少量丙酮,再加正己烷定容样液至 1.0 mL,样液供 GC-MS 分析。

空白实验:除不带基质外,操作同上。

#### 2.3.2 色谱条件

色谱条件: Hp-5MS 毛细管色谱柱(30 m $\times$ 0.25 mm, 0.25  $\mu\text{m}$ ); 升温程序: 初温 60  $^{\circ}\text{C}$  保持 1 min, 20  $^{\circ}\text{C}/\text{min}$  升至 220  $^{\circ}\text{C}$ , 再以 5  $^{\circ}\text{C}/\text{min}$  升至 290  $^{\circ}\text{C}$ , 保持 2 min, 290  $^{\circ}\text{C}$  后运行 2 min; 进样口温度为 260  $^{\circ}\text{C}$ ; 载气(氦气, 纯度 99.999%); 流速为 1 mL/min; 进样方式: 不分流进样; 进样体积: 1  $\mu\text{L}$ 。

质谱条件: 电子轰击离子源(electron impact ion source, EI): 70 eV; 离子源温度: 230  $^{\circ}\text{C}$ ; 接口温度: 300  $^{\circ}\text{C}$ ; 溶剂延迟: 5.0 min; 监测方式: 选择离子监测(selected ion monitoring, SIM)。

#### 2.3.3 标准溶液配制

内标: 分别称取 D<sub>4</sub>-邻苯二甲酸二丁酯和 D<sub>4</sub>-邻苯二甲酸二(2-乙基)己酯适量,用正己烷溶解,配成一定浓度的标准储备液。最后稀释成 5.0  $\mu\text{g}/\text{mL}$  内标混合使用液。

标准: 称取 DINP 0.1094 g, 用正己烷溶解, 配成 10.94 mg/mL 的储备液。吸取 1 mL 混标储备液和 DINP 于 10 mL 棕色容量瓶中, 正己烷定容至刻度, 混匀, 配制成 PAEs 标准中间液 100  $\mu\text{g/mL}$  (DINP 浓度为 1094  $\mu\text{g/mL}$ ); 再吸取 1 mL 中间液于 10 mL 棕色容量瓶中, 用正己烷定容, 配制成 PAEs 标准混合使用液 10  $\mu\text{g/mL}$  (DINP 浓度为 109.4  $\mu\text{g/mL}$ )。上述棕色储存小瓶均用石蜡封口膜密封后于  $-18\text{ }^{\circ}\text{C}$  冰箱中冷冻保存。根据仪器响应, DINP 的浓度系列为 5.47、10.94、21.88、43.76、87.52  $\mu\text{g/mL}$ , DBP、DEHP 的浓度系列为: 0.5、1.0、2.0、4.0、8.0  $\mu\text{g/mL}$ 。

### 3 结果与分析

#### 3.1 方法的线性范围和检出限

在 2.3.2 的测定条件下, 对所配制的系列浓度的混合标准溶液进行测定。以目标化合物的峰面积与内标峰面积的比对其质量浓度进行线性回归拟合, 结果见表 1, 发现 3 种目标化合物在响应的质量浓度范围内, 线性良好, 相关系数  $r$  均大于 0.999, 检出限 (limits of determination, LODs) 的范围为 0.02~0.05 mg/kg。3 种化合物的标准谱图见图 1。

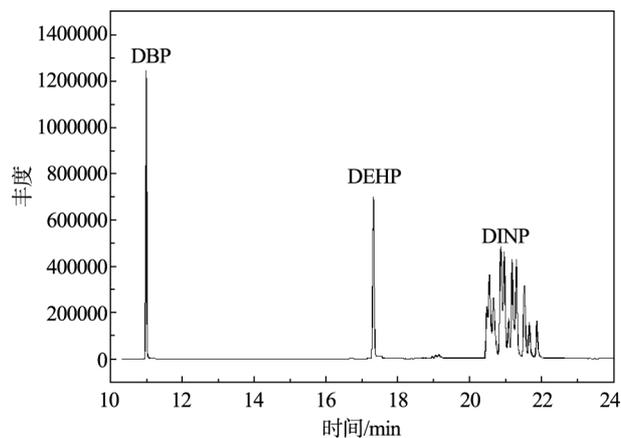


图 1 3 种邻苯二甲酸酯的标准色谱图(2.0  $\mu\text{g/mL}$ )

Fig. 1 The chromatogram of three kinds of phthalates esters (2.0  $\mu\text{g/mL}$ )

#### 3.2 回收率和精密度

在确定的实验条件下, 向植物油中添加 0.5、1.0、2.0

mg/kg 3 个水平的混合标准溶液, 每个添加重复 3 次, 进行加标回收率和精密度的测定。结果见表 2。加标回收率的范围分别为 85.0%~115%、88.2%~103.1%、93.4%~98.5%, 相对标准偏差(relative standard deviation, RSD) <10%, 说明方法准确可靠, 重现性好。

#### 3.3 植物油中 PAEs 的总体检出情况

在采集的 150 份植物油样品中, 有 46 份样品检测出邻苯二甲酸酯类, 总检出率为 30.67%, 均值为 0.32 mg/kg,  $P_{95}$  为 0.49。DINP 在样本中没有检出。DBP 与 DEHP 在样本中测检出率分别为 18.67% 和 20.0%, 最高检出浓度分别为 46.5 mg/kg 和 0.85 mg/kg。按照卫办监督函〔2011〕551 号的规定<sup>[8]</sup>: “邻苯二甲酸二(2-乙基)己酯(DEHP)、邻苯二甲酸二异壬酯(DINP)和邻苯二甲酸二正丁酯(DBP)最大残留量分别为 1.5、9.0、0.3 mg/kg”, 本次检测植物油中 DBP 检出超标样品 15 份, DEHP 没有超标样品检出, 样本总超标率为 10.0%, 本次调查结果与文献<sup>[14-16]</sup>中报道的 2 种邻苯二甲酸酯(DBP、DEHP)在桶装植物油中检出率较高相一致, 说明桶装植物油中 DBP 和 DEHP 的污染相对于其它邻苯二甲酸酯的污染较大, 应该加强对塑料桶中这两种物质的监测。

本次共采集 8 类 150 份植物油样本中, DBP 检出率最高的是亚麻籽油, 检出率为 38.89%, 其次为葵花籽油、玉米油及花生油, 检出率分别为 17.65%、13.33% 及 11.11%, 这 4 类植物油中均超标样品检出, 超标率分别为 19.44%、14.71%、6.67% 及 11.11%。DEHP 在花生油中的检出率最高, 为 44.44%, 其次为葵花籽油、亚麻籽油及玉米油, 检出率分别为 35.29%、27.78% 及 10.0%。从上面的检出数据可以看出葵花籽油和亚麻籽油中塑化剂的污染较大。

从植物油中塑化剂的检出浓度看, DBP 在植物油中检出的浓度较高, 检出值最高的为亚麻籽油, 其次是葵花籽油和花生油, 最高检测值依次是 46.5、5.14、2.71 mg/kg; 均值及  $P_{95}$  依次为 3.27、2.28、2.71 mg/kg 及 44.5、2.28、2.71 mg/kg; DEHP 的检出值较高的植物油类别为花生油、亚麻籽油与葵花籽油。具体检测结果见表 3、表 4。

表 1 质谱基本参数和方法检出限、线性方程

Table 1 Parameters for the mass spectrometric detection and method detection limits and linear equations

目标物	保留时间(min)	定量离子( $m/z$ )	定性离子( $m/z$ )	回归方程	$r$	LODs(mg/kg)
DBP	10.99	149	223,205	$Y=1.36X+0.05699$	0.9992	0.02
DEHP	17.30	149	167,279	$Y=1.005X+0.1893$	0.9999	0.02
DINP	20.92	293	149,167	$Y=0.09687X+0.006078$	0.9995	0.05

表 2 植物油中 3 种邻苯二甲酸酯加标回收率结果( $n=3$ )  
Table 2 Recoveries of three kinds of phthalates esters in vegetable oils ( $n=3$ )

目标物	加标量 0.5 mg/kg		加标量 1.0 mg/kg		加标量 2.0 mg/kg	
	回收率(%)	RSD (%)	回收率(%)	RSD (%)	回收率(%)	RSD (%)
DBP	85.0	1.9	88.2	4.1	98.5	1.1
DEHP	106.3	4.8	103.1	6.3	93.4	1.6
DINP	115	8.4	102	1.8	96.7	3.4

表 3 DBP 在不同植物油中的检出率及检出浓度  
Table 3 Detection rates and concentrations of DBP in different types of vegetable oils

类别	样品数量 (桶)	检出数 量(桶)	检出率 (%)	超标数 量(桶)	超标率 (%)	浓度范围(mg/kg)	均值 (mg/kg)	$P_{95}$
亚麻籽油	36	14	38.89	7	19.44	0.22~46.50	3.27	44.5
葵花籽油	34	6	17.65	5	14.71	0.24~5.14	0.30	2.28
玉米油	30	4	13.33	2	6.67	0.25~0.78	0.066	0.68
花生油	9	1	11.11	1	11.11	2.71	0.30	2.71
大豆油	23	2	8.70	ND	ND	0.14~0.23	0.016	0.14
调和油	13	1	7.69	ND	ND	0.27	0.021	0.27
菜籽油	3	ND	ND	ND	ND	ND	0.00	ND
稻米油	2	ND	ND	ND	ND	ND	0.00	ND
合计	150	28	18.67	15	10.0	0.22~46.50	0.89	2.28

注:“ND”表示未检出

表 4 DEHP 在不同植物油中的检出率及检出浓度  
Table 4 Detection rates and concentrations of DEHP in different types of vegetable oils

类别	样品数 量(桶)	检出数 量(桶)	检出 率(%)	超标数 量(桶)	超标 率(%)	浓度范围 (mg/kg)	均值 (mg/kg)	$P_{95}$
花生油	9	4	44.44	ND	ND	0.21~0.83	0.22	0.83
葵花籽油	34	12	35.29	ND	ND	0.12~0.45	0.09	0.38
亚麻籽油	36	10	27.78	ND	ND	0.15~0.85	0.14	0.81
玉米油	30	3	10.00	ND	ND	0.17~0.26	0.02	0.20
调和油	13	1	7.69	ND	ND	0.42	0.03	0.42
大豆油	23	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
菜籽油	3	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
稻米油	2	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
合计	150	30	20.00	—	—	0.17~0.85	0.07	0.49

注:“ND”表示未检出

#### 4 结论与讨论

在本次研究中,对 2013 年 150 份桶装植物油中 3 种塑化剂的含量进行分析,共有 46 份样品检测出邻苯二甲

酸酯类的 DBP 与 DEHP,总检出率为 30.67%。DBP 与 DEHP 在样本中测检出率分别为 18.67%和 20.00%,最高检出浓度分别为 46.50 mg/kg 和 0.85 mg/kg。本次检测植物油中 DBP 检出超标样品 15 份,样本的总超标率为 10.00%。

检出率和超标率最高的均是亚麻籽油, 检出率为 38.89%, 超标率为 19.44%。

邻苯二甲酸酯类属于脂溶性环境激素类, 已被我国卫生行政部门列入可能违法添加的非食用物质和易滥用的食品添加剂名单<sup>[5,17]</sup>。本次研究发现, 植物油样本中邻苯二甲酸酯 DBP 与 DEHP 在亚麻籽油、葵花油及花生油中的检出率均较高, 花生油、葵花籽油、玉米油是我国居民膳食摄入量较高的植物油。植物油中塑化剂的可能来源于装塑料桶的迁移, 也可能是生产过程中引入的, 也有可能是植物在生长过程中从环境中富集的<sup>[5,18-20]</sup>。因此, 控制包装材料的好坏是关系到植物油中塑化剂含量高低的关键因素之一。我国是食用植物油大国, 从我区消费市场上来看, 食用油的包装以塑料制品为主, 可见, 塑化剂的污染还未引起人们足够的重视。因此, 为保障广大人民的身体健康, 建议定期监测食用油中 PAEs 的含量以及监管部门对生产和消费市场的监管。

#### 参考文献

- 王莹莹, 郭长青, 周海平, 等. 邻苯二甲酸酯类增塑剂的应用研究进展[J]. 塑料包装, 2011, 21(3): 22-25.  
Wang YY, Guo CQ, Zhou HP, *et al.* Recent progress for application of phthalate esters [J]. *Plast Packag*, 2011, 21(3): 22-25.
- 蔡晶, 柴丽月, 胡秋辉. 食品中邻苯二甲酸酯的检测及安全评价[J]. 食品科学, 2005, 26(12): 242-245.  
Cai J, Chai LY, Hu QH. Detection and safety evaluation of phthalic acid esters in food [J]. *Food Sci* 2005, 26(12): 242-245.
- 刘慧杰. 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.  
Liu HJ. Toxicological effect and risks of phthalate acid esters on the health of population [J]. *Acta Acad Med Mil Tert*, 2004, 26(19): 1778-1781.
- 张丽丽, 陈焕文, 李建强, 等. 邻苯二甲酸酯类化合物检测方法研究进展[J]. 理化检验-化学分册, 2011, 47(2): 241-246.  
Zhang LL, Chen HW, Li JQ, *et al.* Recent progress of methods for detection of phthalate esters [J]. *Phys Test Chem Anal Part B: Chem Anal*, 2011, 47(2): 241-246.
- 曹九超, 金青哲. 食用油中塑化剂的污染途径及分析方法的研究进展[J]. 中国油脂, 2013, 38(5): 1-4.  
Cao JY, Jin QZ. Progress in contamination pathways and analysis methods of plasticizers in edible oil [J]. *China Oils Fats*, 2013, 38(5): 1-4.
- 郭永梅. 邻苯二甲酸酯的毒性及相关限制法规[J]. 广州化学, 2012, 37(2): 75-79.  
Guo YM. Toxicity and related restricted laws and regulations of phthalate esters [J]. *Guangzhou Chem*, 2012, 37(2): 75-79.
- 《欧盟食品接触材料安全法规实用指南》编委. 欧盟食品接触材料安全法规实用指南[M]. 北京: 中国标准出版社, 2005.  
EU Regulations and Guidances on Food Contact Materials Editorial Board. EU regulations and guidances on food contact materials [M]. Beijing: Standards Press of China, 2005.
- 中华人民共和国卫生部. 关于公布食品中可能违法添加的非食用物质和易滥用的食品添加剂名单(第六批)的公告[EB/OL]. [2011-06-01]. <http://www.moh.gov.cn/sps/s7891/201106/39bee4fe171b4ec4b82df40b61dcea6e.shtml>.  
The Minister of Health of the People's Republic of China. Announcement of the list of potential illegal added nonfood substances and food additives abuse in food (part 6) [EB/OL]. [2011-06-01]. <http://www.moh.gov.cn/sps/s7891/201106/39bee4fe171b4ec4b82df40b61dcea6e.shtml>.
- 李娜, 王兴宁, 刘康书, 等. 固相萃取-气相色谱-质谱法同时测定植物油中 7 种邻苯二甲酸酯[J]. 理化检验-化学分册, 2015, 51(6): 778-781.  
LI N, Wang XN, Liu KS, *et al.* Determination of 7 phthalate esters in vegetable oil by GC-MS [J]. *Phys Test Chem Anal Part B: Chem Anal*, 2015, 51(6): 778-781.
- 陈志民, 徐晓枫, 丁永萍, 等. 食用油中 16 种邻苯二甲酸酯的测定[J]. 中国卫生检验杂志, 2013, 23(2): 304-306.  
Chen ZM, Xu XF, Ding YP, *et al.* Determination of 16 phthalate acid esters in edible oils [J]. *Chin J Health Lab Technol*, 2013, 23(2): 304-306.
- 陈建煌. 高效液相色谱法分析皮革制品中 16 种塑化剂[J]. 西部皮革, 2013, 35(6): 40-44.  
Chen JH. Determination of 16 kinds of phthalate plasticizers in leather [J]. *West Leather*, 2013, 35(6): 40-44.
- 张明明, 刘玉兰, 马宇翔, 等. 固相萃取-气相色谱-质谱法测定食用油中 7 种邻苯二甲酸酯类塑化剂[J]. 中国油脂, 2015, 40(2): 56-60.  
Zhang MM, Liu YL, Ma YX, *et al.* Determination of 7 kinds of phthalate acid esters in edible oil by solid-phase extraction-gas chromatography-mass spectrometry [J]. *China Oils Fats*, 2015, 40(2): 56-60.
- 杜珍妮, 苗宏健, 吴永宁. 含乳食品中 17 种塑化剂的检测[J]. 卫生研究, 2016, 45(3): 465-469.  
Du ZN, Miao HJ, Wu YN. Determination of 17 plasticizers in dairy food [J]. *J Hyg Res*, 2016, 45(3): 465-469.
- Fierens T, Servaes K, Van holderbeke M, *et al.* Analysis of phthalates in food products and packaging materials sold on the Belgian market [J]. *Food Chem Toxicol*, 2012, 50(7): 2575-2583.
- 秦国富, 邹柯婷, 李永波, 等. 2015 年西安市食用植物油中邻苯二甲酸酯类塑化剂残留状况监测及分析[J]. 现代预防医学, 2016, 43(14): 2538-2540.  
Qin FG, Zou KT, Li YB, *et al.* Investigation and evaluation of phthalate esters in edible vegetable oils in Xi'an in 2015 [J]. *Mod Prev Med*, 2016, 43(14): 2538-2540.
- 王颖, 刘海韵, 张桂芳, 等. 烟台市成品及散装食用油中塑化剂含量的调查[J]. 食品安全质量检测学报, 2016, 7(10): 4267-4271.  
Wang Y, Liu HY, Zhang GF, *et al.* Determination of plasticizers in finished and bulk oil in Yantai [J]. *J Food Saf Qual*, 2016, 7(10): 4267-4271.
- 刘晓毅, 蒋可心, 石维妮. 国内外食品接触材料中邻苯二甲酸酯类塑化剂迁移限量对比分析[J]. 食品工业科技, 2011, 32(10): 397-399, 446.  
Liu XY, Jiang KX, Shi WN. Evaluation Migratin of phthalates from food packing materials in and abroad. [J]. *J Sci Technol Food ind*, 2011, 32(10): 397-399, 446.
- 曾云想, 梁婷婷, 汤明河, 等. 食品包装材料中邻苯二甲酸酯向食品模拟物中的迁移规律[J]. 山地农业生物学报, 2016, 35(1): 34-39.  
Zeng YX, Liang TT, Tang MH, *et al.* Migrating behaviors of phthalates

from food packing materials to simulant food [J]. *J Mt Agric Biol*, 2016, 35(1): 34-39.

- [19] 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.

Hu AP, Liu YL, Zhang MM, *et al*. Direct determination of phthalate acid esters in oil feedstock by gas chromatography-mass spectrometry [J]. *Food Sci*, 2016, 37(18): 146-151.

- [20] 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(36): 87-90.

Liu XQ. Risk analysis and pollution control of phthalate esters in edible vegetable oil [J]. *Mod Food*, 2016, 16(36): 87-90.

(责任编辑: 姜姗)

## 作者简介



陈志民, 硕士, 主管检验师, 主要研究方向为食品安全风险检测。

E-mail: haiiang1218@163.com



蒲云霞, 硕士, 副主任检验师, 主要研究方向为食品安全风险检测与评估。

E-mail: btliisa2008@163.com