

食品包装

食品接触材料中多种添加剂迁移量的测定

李成发, 李英, 廖文忠, 李泳涛, 陈旭辉, 孙小颖, 白爽

(深圳出入境检验检疫局, 深圳 518045)

摘要: **目的** 建立食品接触材料中 32 种添加剂迁移量的高效液相色谱检测方法, 调查市售塑料食品接触材料中 32 种添加剂的迁移水平。**方法** 选取 103 批不同材质的塑料食品接触材料, 采用异辛烷、乙醇(体积分数分别为 50%, 20%, 10%)、质量分数为 3% 的乙酸浸泡样品, 得到模拟液, 用液相色谱仪分析, 外标法定量。**结果** DBP, DEHP, 二苯酮, UV-1577, BHT, 697, 2246, BHEB 和荧光增白剂 184 均有检出, 其中 11 批 PVC 样品中 DBP 或 DEHP、1 批 PP 样品中二苯酮和 1 批 PC 样品中 UV-1577 的迁移量高于限量要求。上述添加剂在异辛烷模拟物中的检出率最高, 在体积分数为 50% 的乙醇模拟物中有较低的检出率, 在其他 3 种模拟物中均未检出。**结论** 塑料食品接触材料不宜直接用于接触油类食品和浓度较高的酒类食品。PP 材质中的二苯酮、PC 材质中的 UV-1577、PVC 材质中的 DBP 和 DEHP 存在的潜在危害较大, 应加强监管。

关键词: 添加剂; 迁移; 食品接触材料; 高效液相色谱

中图分类号: TB484.3; O657.7 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-3563(2017)15-0101-05

Determination of Migration Amounts of Additives in Food Contact Materials

LI Cheng-fa, LI Ying, LIAO Wen-zhong, LI Yong-tao, CHEN Xu-hui, SUN Xiao-ying, BAI Shuang
(Shenzhen Entry-Exit Inspection and Quarantine Bureau, Shenzhen 518045, China)

ABSTRACT: To established an analytical method for determination of the migration amount of 32 additives in food contact materials by high performance liquid chromatography, and investigate the migration levels of 32 additives in plastic food contact materials sold in market. Samples selected from 103 batches of plastic food contact materials of different textures were soaked by isooctane, 50% ethanol, 20% ethanol, 10% ethanol, 3% acetic acid to obtain simulants. They were analyzed by HPLC, and quantitated by external standard method. DBP, DEHP, benzophenone, UV-1577, antioxidant BHT, 697, 2246, BHEB and fluorescent brightener 184 were detected and qualified. The migration amount of DBP or DEHP in 11 batches of PVC, benzophenone in 1 batch of PP, and UV-1577 in 1 batch of PC materials exceeded the standard limit. The above additives had the highest detection rate in isooctane and had a lower detection rate in 50% ethanol and were not detected in the other three simulants. Plastic food contact materials should not be used directly for contact with oil and high concentrations of alcoholic food. There was a potential risk of benzophenone in PP materials, UV-1577 in PC materials, DBP and DEHP in PVC materials. Regulation and monitoring on these additives in plastic food contact materials should be strengthened.

KEY WORDS: additives; migration; food contact materials; high performance liquid chromatography

塑料食品接触材料使用广泛, 其在生产或加工过程中常加入一些人工合成的添加剂, 如改善塑料柔韧性的增塑剂, 延缓塑料氧化和分解的紫外吸收剂和抗氧化剂, 让塑料增白的荧光增白剂等。上述塑料食品

接触材料接触食品后, 这些增塑剂、抗氧化剂、荧光增白剂、紫外吸收剂或者它们的分解产物就会从塑料食品接触材料迁移到食品中。上述添加剂均具有毒性, 长期摄入将对人体的免疫系统和神经系统产生较

收稿日期: 2016-12-13

基金项目: 深圳出入境检验检疫局科技计划 (SZ2014215)

作者简介: 李成发 (1983—), 男, 硕士, 工程师, 主要研究方向为食品接触材料检测。

大的影响^[1]。世界上多个国家规定了塑料食品接触材料中多种添加剂的迁移限量,如我国的 GB 9685—2008、欧盟委员会法规 No 10/2011 等^[2-3]。

多种检测方法可用于测定添加剂,如气相色谱法(GC)^[4-5]、气相色谱-质谱法(GC-MS)^[6-8]、高效液相色谱(HPLC)^[9-11]、液相色谱-质谱法(LC-MS)^[12-14]。多种实验条件和测试步骤可用来研究添加剂的迁移水平^[15-19]。上述方法中,考察某 1 类添加剂向食品模拟物迁移的方法较多,考察某 2 类添加剂向食品模拟物迁移的方法较少;考察某 1 类添加剂向 1 种食品模拟物迁移的方法较多,向多种食品模拟物迁移的方法较少。这些方法均不能满足欧盟委员会法规 No 10/2011 的要求。这里以塑料食品接触材料中常用的 4 类添加剂(抗氧化剂、紫外吸收剂、增塑剂、荧光增白剂)为检测物,采用高效液相色谱技术,建立食品接触材料中常见的 32 种添加剂的检测方法,用该方法测定 103 批不同材质的塑料食品包装材料中 32 种添加剂的迁移量,并对结果进行分析评价,以期塑料食品接触材料中的添加剂向食品中的迁移情况提供试验数据。

1 实验

1.1 仪器和试剂

主要仪器:高效液相色谱仪(LC-20A),日本 Shimadzu 公司;旋转蒸发仪(Hei-VAP),德国 Heidolph 公司;分析天平(CPA324S),德国 Sartorius 公司。

主要试剂:二苯酮-8(CAS 号为 131-53-3,以下括号中均为 CAS 号),抗氧剂 129(35958-30-6),UV-15-77(147315-50-2),均购于美国 Sigma-Aldrich; BHA(25013-16-5),二苯酮(119-61-9),DPRP(131-16-8),BBP(85-68-7),DBP(84-74-2),BHT(128-37-0),DCHP(84-61-7),抗氧剂 CA(1843-03-4),DEHP(117-81-7),DNOP(117-84-0),DNP(84-76-4),均购于美国 Chem Service;二苯酮-3(131-57-7),抗氧剂 300(96-69-5),BHEB(4130-42-1),抗氧剂 2246(119-47-1),抗氧剂 ZKF(4066-02-8),UV-531(1843-05-6),抗氧剂 1035(41484-35-9),UV329(3147-75-9),UV234(70321-86-7),荧光增白剂 184(7128-64-5),UV-327(3864-99-1),UV-328(25973-55-1),均购于日本 TCI; DPHP(84-62-8),抗氧剂 1024(32687-78-8),抗氧剂 1098(23128-74-7),抗氧剂 697(70331-94-1),均购于美国 Accustandard;抗氧剂 3052(61167-58-6),购于美国 IL;抗氧剂 3114(27676-62-6),购于加拿大 TRC;乙腈,HPLC 级,购于中国 CNW 公司;四氢呋喃和异辛烷,HPLC 级,购于美国 Fisher 公司;乙醇和乙酸,分析纯,购于国药集团化学试剂有限公司;去离子水。

1.2 标准溶液制备

1) 标准储备溶液(500 mg/L)。准确称取抗氧剂 1098、UV-234、荧光增白剂 184、抗氧剂 697、UV-327、UV-1577 各 12.5 mg 于 25 mL 棕色容量瓶中,用体积比为 1:1 的四氢呋喃和乙腈液溶解并定容;准确称取其他 26 种添加剂各 12.5 mg 于 25 mL 棕色容量瓶中,用乙腈溶解并定容。

2) 标准中间溶液(200 mg/L)。取标准储备溶液各 10 mL,用乙腈定容于 25 mL 容量瓶。

3) 标准工作溶液。准确移取 32 种添加剂标准中间溶液 0.02, 0.05, 0.1, 0.5, 1.0, 5.0 mL 于 20 mL 容量瓶中,用乙腈定容,得到 32 种添加剂的质量浓度分别为 0.2, 0.5, 1.0, 5.0, 10.0, 50.0 mg/L 的标准工作溶液。

1.3 样品预处理

根据待测样品的预期用途和可预见的最严厉的接触条件,按照 BS EN13130-1^[20]的试验方法及条件,选取适当的浸泡时间和温度,采用食品模拟物浸泡样品。

分别移取 5 mL 乙醇(体积分数为 50%, 20%, 10%)、乙酸(质量分数为 3%)浸泡液于 10 mL 容量瓶中,用乙腈定容。量取 5 g 异辛烷浸泡液于蒸馏瓶中,于 48 °C 和 15 kPa 的条件下旋转蒸发至近干后用 10 mL 的乙腈溶解。上述溶液经 0.45 μm 滤膜过滤后取 1 mL 供 HPLC 检测。

1.4 液相色谱条件

色谱柱为 ZORBAX Eclipse XDB-C18(250 mm×4.6 mm, 5 μm),柱温为 35 °C,流动相为乙腈和水,流速为 1.0 mL/min,进样体积为 20 μL,检测波长为 224 nm。梯度洗脱程序:0~10 min,乙腈体积分数为 73%;10~15 min,乙腈体积分数增加至 87%;15~20 min,乙腈体积分数增加至 95%;20~42 min,乙腈体积分数增加至 100%;42~43 min,乙腈体积分数逐渐减少为 73%;43~50 min,乙腈体积分数为 73%。

2 结果与讨论

2.1 线性、检出限和定量限

32 种添加剂的高效液相色谱见图 1,图 1 中的数值为各添加剂的序号,各化合物质量浓度约为 5 mg/L,流动相为乙腈和水,检测波长为 220 nm。采用标准谱图中各化合物的保留时间进行定性,外标法定量。以不含 32 种添加剂的样品基质稀释标准溶液至信噪比为 10 时的值作为定量限(LOQ),信噪比为 3 时的值作为检出限(LOD)。详细信息见表 1。

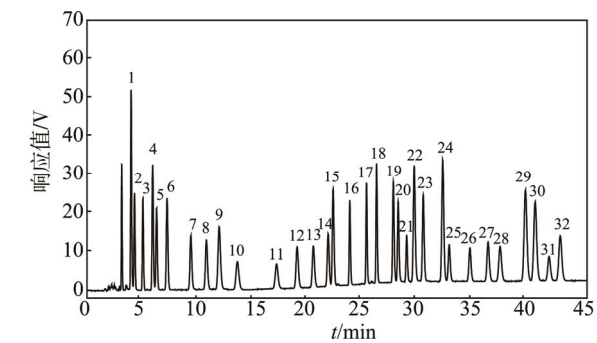


图1 32种添加剂的高效液相色谱
Fig.1 HPLC chromatogram of 32 additives

2.2 回收率和精密度

量取适量的食品模拟物，添加高、中、低 3 个浓度的 32 种添加剂，每个浓度测定 6 次。32 种分析物的回收率在 93.6%（BHEB，质量浓度为 1.08 mg/L，添加至体积分数为 50%的乙醇模拟液中）~119.1%（抗氧剂 1098，质量浓度为 1.04 mg/L，添加至异辛烷模拟液中）之间；相对标准偏差在 0.05（DEHP，质量浓度为 10.36 mg/L，添加至体积分数为 10%的乙醇模拟液中）~7.07（抗氧剂 3114，质量浓度为 1.04 mg/L，添加至异辛烷模拟液中）之间。

表1 32种添加剂的线性方程、检出限和定量限
Tab.1 Linearity equation, LODs and LOQs for 32 additives

序号	化合物	线性方程	R^2	线性范围/(mg·L ⁻¹)	LOD/(mg·L ⁻¹)	LOQ/(mg·L ⁻¹)
1	二苯酮-8	$y=64018x-126.99$	1.0000	0.22~55.40	0.02	0.04
2	BHA	$y=33081x-805.49$	1.0000	0.21~52.93	0.02	0.08
3	二苯酮	$y=33294x-624.71$	1.0000	0.21~52.14	0.02	0.08
4	二苯酮-3	$y=54643x-2249.6$	1.0000	0.21~51.68	0.02	0.06
5	DPRP	$y=36806x-362.35$	1.0000	0.20~51.14	0.03	0.08
6	DPHP	$y=45548x-1573.5$	1.0000	0.21~53.73	0.02	0.09
7	BBP	$y=34193x-2123.3$	1.0000	0.20~50.85	0.04	0.12
8	DBP	$y=34217x-2116.4$	1.0000	0.21~51.78	0.04	0.12
9	抗氧剂 300	$y=49349x-1899.9$	1.0000	0.22~53.90	0.03	0.11
10	抗氧剂 1024	$y=27716x-1477.5$	1.0000	0.21~52.74	0.06	0.21
11	抗氧剂 1098	$y=22595x-2284.7$	1.0000	0.52~52.40	0.09	0.31
12	BHT	$y=29410x-2339.5$	1.0000	0.23~56.72	0.06	0.23
13	DCHP	$y=29456x-2193.7$	1.0000	0.21~53.03	0.06	0.21
14	BHEB	$y=30511x-371.72$	1.0000	0.21~53.70	0.04	0.13
15	抗氧剂 2246	$y=50734x-1164.2$	1.0000	0.22~54.20	0.02	0.09
16	抗氧剂 697	$y=31318x-728.6$	0.9999	0.23~56.72	0.02	0.09
17	抗氧剂 CA	$y=37953x+553.09$	1.0000	0.21~51.40	0.02	0.07
18	抗氧剂 3052	$y=45951x+663.29$	1.0000	0.22~50.57	0.02	0.07
19	抗氧剂 ZKF	$y=47568x-722.62$	1.0000	0.21~54.65	0.02	0.06
20	UV-531	$y=41052x-1015.6$	1.0000	0.21~52.53	0.03	0.08
21	抗氧剂 1035	$y=22623x-824.85$	1.0000	0.20~50.96	0.05	0.15
22	UV-329	$y=72187x-2448.5$	1.0000	0.21~52.33	0.02	0.06
23	抗氧剂 129	$y=47379x-393.03$	1.0000	0.22~54.45	0.02	0.09
24	UV-234	$y=80916x-1417.5$	1.0000	0.20~51.16	0.02	0.06
25	DEHP	$y=24686x-2044.4$	1.0000	0.20~50.18	0.06	0.20
26	DNOP	$y=2392.7x-2166.5$	0.9999	0.21~51.68	0.06	0.21
27	抗氧剂 3114	$y=31093x-2018$	1.0000	0.21~51.74	0.06	0.21
28	荧光增白剂 184	$y=32095x-1725.9$	1.0000	0.20~51.16	0.06	0.20
29	UV-327	$y=84774x-1914.8$	1.0000	0.21~51.74	0.03	0.08
30	UV-328	$y=76771x-2536.1$	1.0000	0.21~51.74	0.03	0.09
31	DNP	$y=21826x-1757.3$	1.0000	0.52~51.91	0.10	0.31
32	UV-1577	$y=40903x-1549.6$	1.0000	0.22~55.72	0.07	0.17

2.3 迁移水平的测定

检测了市售塑料食品接触材料中添加剂的迁移

量，共 103 批次。实际样品的高效液相色谱见图 2。筛选聚丙烯(PP)样品 30 批，在异辛烷模拟物中检出 DBP、DEHP、二苯酮、BHT、抗氧剂 697 和 BHEB，

其中1批样品中二苯酮的含量超出限量要求。筛选聚碳酸酯(PC)样品14批,仅在1批储物盒的异辛烷模拟物中检测出DBP, DEHP, UV-1577, 其中UV-1577的含量高于限量要求。筛选聚苯乙烯(PS)样品10批, 2批样品的异辛烷模拟物中检测出抗氧化剂697, 低于限量要求。在1批样品的异辛烷模拟物中检出荧光增白剂184, 低于限量要求。筛选3批天然橡胶奶嘴, 在1批样品的体积分数为50%的乙醇模拟物中检出抗氧化剂2246, 低于限量要求。还测定了市售的薄膜袋和保鲜膜, 聚氯乙烯(PVC)样品22批, 聚乙烯(PE)样品21批, 结果显示, DBP和DEHP为常见检出物。6批PVC样品中DBP的迁移量高出限量要求, 1批PVC样品中DEHP的迁移量高于限量要求。在PE样品中检测的DBP和DEHP均低于限量要求。同时测定了3批PVC输酒管, 在2批输酒管的体积分数为50%的乙醇模拟物中检出高于限量的DBP和DEHP, 其他30种添加剂均未在上述测定的样品中检出。

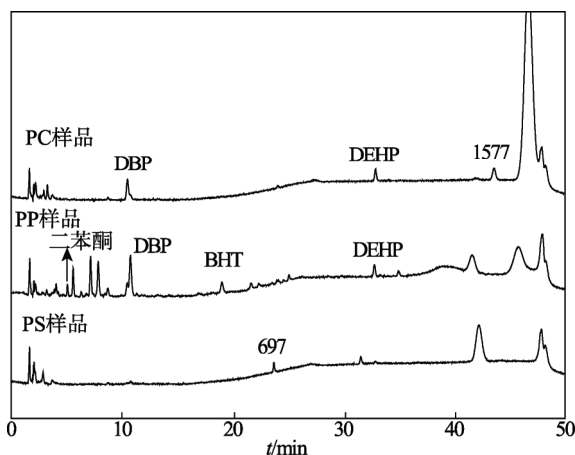


图2 实际样品的高效液相色谱
Fig.2 HPLC chromatogram of samples

3 结语

采用高效液相色谱技术建立了测定塑料食品接触材料中添加剂迁移量的高通量检测方法, 并对市售的塑料食品接触材料中添加剂的迁移量进行了测定。结果显示, 在PP材质样品的异辛烷模拟物中DBP、DEHP、二苯酮、BHT、抗氧化剂697和BHEB的检出率较高, 其中1批样品中二苯酮高于限量要求; 少量PC材质样品的异辛烷模拟物中检出DBP, DEHP, UV-1577, 其中UV-1577高于限量要求; 在PS材质样品的异辛烷模拟物中主要检出抗氧化剂697和荧光增白剂184, 在天然橡胶奶嘴中主要检出抗氧化剂2246, 均低于限量要求。对市售的PVC材质和PE材质的塑胶袋和保鲜膜进行了测定, 上述2种材质的样品中均有DBP和DEHP检出, PVC材质超标7批, 而PE材质没有超标批次, 其原因可能是PVC产品为增强韧性而添加了增塑剂。同样在2批PVC制输酒管的

体积分数为50%的乙醇模拟物中检出含量较高的DBP和DEHP, 这2种增塑剂在输酒过程中会从输酒管迁移到酒中, 使酒中含有增塑剂, 对消费者造成极大的危害。

研究表明, 塑料食品接触材料中的添加剂易迁移到油类食品和浓度较高的酒类食品中, 因此消费者在使用塑料食品接触材料时不要将其直接接触油类食品和浓度较高的酒类食品。从长远角度出发, 要解决塑料食品接触材料中添加剂的污染问题, 特别是PVC制品中增塑剂的污染还需要食品接触材料生产企业改善生产工艺, 控制添加剂的添加量, 相关部门也应健全法律法规, 加强监管力度。

参考文献:

- [1] 姚利红, 吉生军, 王静莹, 等. 塑料食品包装材料中塑料添加剂检测研究进展[J]. 分析化学进展, 2016, 6(1): 20—28.
YAO Li-hong, JI Sheng-jun, WANG Jing-ying, et al. Progresses of Plastic Additive Research in Plastic Food Packaging[J]. Advances in Analytical Chemistry, 2016, 6(1): 20—28.
- [2] EU No 10/2011, Plastic Materials and Articles Intended to Come into Contact with Food[S].
- [3] GB/T 9685—2008, 食品容器、包装材料用添加剂使用卫生标准[S].
GB/T 9685—2008, Hygienic Standards for Uses of Additives in Food Containers and Packaging Materials[S].
- [4] 熊中强, 王利兵, 李宁涛, 等. 气相色谱法测定高分子食品包装材料中抗氧化剂的残留量[J]. 色谱, 2011, 29(3): 273—276.
XIONG Zhong-qiang, WANG Li-bing, LI Ning-tao, et al. Determination of Antioxidant Residues in Polymer Food Package Using Gas Chromatography[J]. Chinese Journal of Chromatography, 2011, 29(3): 273—276.
- [5] 马康, 汤福寿, 何雅娟, 等. 食品包装材料中13种增塑剂的毛细管气相色谱法测定[J]. 分析测试学报, 2011, 30(3): 284—288.
MA Kang, TANG Fu-shou, HE Ya-juan, et al. Determination of Thirteen Plasticizers in Food Plastic Packaging Materials by Capillary Column Gas Chromatography[J]. Journal of Instrumental Analysis, 2011, 30(3): 284—288.
- [6] CAMACHO W, KARLSSON S. Quality-determination of Recycled Plastic Packaging Waste by Identification of Contaminants by GC-MS after Microwave Assisted Extraction (MAE)[J]. Polymer Degradation and Stability, 2000, 71(1): 123—134.
- [7] 刘印平, 路杨, 王丽英, 等. 气相色谱串接质谱快速检测不同类别食品中的邻苯二甲酸酯[J]. 包装工程, 2015, 36(1): 37—41.
LIU Yin-ping, LU Yang, WANG Li-ying, et al. Fast

- Determination of Phthalate Esters in Different Types of Food by Gas Chromatography Tandem Mass Spectrometry[J]. *Packaging Engineering*, 2015, 36(1): 37—41.
- [8] 王成云, 鹿文军, 温志英, 等. 气相色谱/串联质谱法同时测定电子电气产品塑料部件中 6 种苯并三唑类紫外线吸收剂[J]. *塑料助剂*, 2015(6): 42—46.
- WANG Cheng-yun, LU Wen-jun, WEN Zhi-ying, et al. Simultaneous Determination of Six Benzotriazole Ultraviolet Absorbers in Plastic Components of Electrical and Electronic Products by Gas Chromatography/Tandem Mass Spectrometry[J]. *Plastic Additives*, 2015(6): 42—46.
- [9] 孟宪双, 马强, 白桦, 等. 高效液相色谱法同时测定防晒化妆品中 15 种紫外线吸收剂[J]. *色谱*, 2015, 33(8): 799—804.
- MENG Xian-shuang, MA Qiang, BAI Hua, et al. Simultaneous Determination of Fifteen Ultraviolet Filters in Sunscreen Cosmetics by High Performance Liquid Chromatography[J]. *Chinese Journal of Chromatography*, 2015, 33(8): 799—804.
- [10] 王会娟, 丁利, 李忠海, 等. 微波条件下聚丙烯塑料中抗氧化剂的迁移研究[J]. *包装工程*, 2013, 34(13): 16—19.
- WANG Hui-juan, DING Li, LI Zhong-hai, et al. Migration of Antioxidants from Polypropylene under Microwave Conditions[J]. *Packaging Engineering*, 2013, 34(13): 16—19.
- [11] 马燕玲, 陈令新, 丁养军, 等. 超生辅助分散液液微萃取-高效液相色谱测定水样中的 4 种邻苯二甲酸酯类增塑剂[J]. *色谱*, 2013, 31(2): 155—161.
- MA Yan-ling, CHEN Ling-xin, DING Yang-jun, et al. Simultaneous Determination of Four Phthalate Esters in Water Samples Using Ultrasound-assisted Dispersive Liquid-liquid Microextraction Coupled with High Performance Liquid Chromatography[J]. *Chinese Journal of Chromatography*, 2013, 31(2): 155—161.
- [12] HIMMELSBACH M, BUCHBERGER W, REINGRUBER E. Determination of Polymer Additives by Liquid Chromatography Coupled with Mass Spectrometry, a Comparison of Atmospheric Pressure Photoionization (APPI), Atmospheric Pressure Chemical Ionization (APCI), and Electrospray Ionization (ESI)[J]. *Polymer Degradation and Stability*, 2009(8): 1213—1219.
- [13] NEGREIRA N, RODRIGUEZ I, RAMIL M, et al. Solid-phase Extraction Followed by Liquid Chromatography-tandem Mass Spectrometry for the Determination of Hydroxylated Benzophenone UV Absorbers in Environmental Water Samples[J]. *Analytica Chimica Acta*, 2009(2): 162—170.
- [14] 郑翊, 于文佳, 卫碧文, 等. 加速溶剂萃取-液相色谱-串联质谱法测定玩具中 6 种邻苯二甲酸酯增塑剂[J]. *分析试验室*, 2013, 32(4): 101—104.
- ZHENG Yi, YU Wen-jia, WEI Bi-wen, et al. Determination of Six Phthalate Plasticizers in Toys by Accelerated Solvent Extraction-high Performance Liquid Chromatography-tandem Mass Spectrometry[J]. *Chinese Journal of Analysis Laboratory*, 2013, 32(4): 101—104.
- [15] DOPIC-GARCIA M S, LOPEZ-VIARINO J M, GONZALEZ-RODRIGUEZ M V. Determination of Antioxidants Migration Levels from Low-density Polyethylene Films into Good Simulants[J]. *Journal of Chromatography A*, 2003(1): 53—62.
- [16] GAO Y L, GU Y X, WEI Y. Determination of Polymer Additives-antioxidants and Ultraviolet (UV) Absorbers by High-performance Liquid Chromatography Coupled with UV Photodiode Array Detection in Food Simulants[J]. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 2011, 59(24): 982—989.
- [17] LI C F, LI Y, CHEN Z N, et al. Simultaneous Determination of Antioxidants and Ultraviolet Absorbers by Ultra-Performance Liquid Chromatography in Food Simulants[J]. *Food Analytical Methods*, 2014, 7(9): 1755—1762.
- [18] ALIN J, HAKKARAINEN M. Antioxidant Content of and Migration from Commercial Polyethylene, Polypropylene, and Polyvinyl Chloride Packages[J]. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 2011, 59(10): 5418—5427.
- [19] NERIN C, FERNANDEZ C, DOMENO C, et al. Determination of Potential Migrants in Polycarbonate Containers Used for Microwave Ovens by High-performance Liquid Chromatography with Ultraviolet and Fluorescence Detection[J]. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 2003, 51(19): 5647—5653.
- [20] EN 13130-1, Materials and Articles in Contact with Foodstuffs-plastics Substances Subject to Limitation-part 1: Guide to Test Methods for the Specific Migration of Substances from Plastics to Foods and Food Simulants and the Determination of Substance in Plastics and the Selection of Conditions of Exposure to Food Simulants[S].