



LC-DAD-FLD 法测定金属包装彩印面 3 种光引发剂的迁移量

doi:10.3969/j.issn.1674-7100.2017.02.011

李灿明 柏建国
陈江龙 白燕楠

奥瑞金包装股份有限公司
北京 101407

摘要: 为了评估金属包装彩印面的光引发剂迁移风险,建立了一种基于液相色谱(LC-DAD-FLD)分析金属包装彩印面中BP、4-MBP和2-ITX 3种光引发剂迁移量的检测方法。并对DAD的检测波长、FLD检测的激发波长和发射波长等参数进行了优化,对食品模拟液和迁移条件进行了选择。实验结果表明,对液相色谱条件进行优化后,3种光引发剂BP、4-MBP和2-ITX的检出限分别为0.05, 0.05, 0.003 mg/L,加标回收率为90.88%~106.83%,精密度小于7.90%。可见,所提方法满足EuPIA对于BP、4-MBP和2-ITX的特定迁移限量要求。

关键词: 光引发剂;液相色谱;金属包装;迁移量

中图分类号: TS207.5

文献标志码: A

文章编号: 1674-7100(2017)02-0068-06

1 研究背景

与传统的溶剂型油墨相比,UV油墨具有无溶剂残留、附着力强、固化效果好等优点,因而被广泛地应用于食品接触材料印刷领域^[1]。但作为UV油墨固化中催化剂的光引发剂,其在UV油墨固化后会有部分残留。在一定条件下,残留的光引发剂有可能通过物理接触或扩散迁移进入包装内容物中,从而危害人体健康。为此,欧洲印刷油墨协会(The European Printing Ink Association, EuPIA)于2013年颁布了食品接触材料中光引发剂的特定迁移限量(specific migration limit, SML)要求^[2]。根据这一要求,作为常用的光引发剂,二苯甲酮(benzophenone, BP)的特定迁移限量为0.6 mg/L、4-甲基二苯甲酮(4-methylbenzophenone, 4-MBP)的特定迁移限量为0.6 mg/L,2-异丙基硫杂蒽酮

(2-isopropyl thioxanthone, 2-ITX)的特定迁移限量为0.05 mg/L^[2]。

目前,有关食品接触材料表面印刷油墨中光引发剂的检测方法,主要有气相色谱-质谱联用法(gas chromatography-mass spectrography, GC-MS或GC-MS-MS)^[3-12]、液相色谱-质谱联用法(liquid chromatograph- mass spectrography, LC-MS或LC-MS-MS)^[1,13-17]和液相色谱法(liquid chromatography, LC-DAD或LC-FLD)^[18-22],这些方法涉及的光引发剂种类主要有BP、4-MBP和2-ITX等,但是能同时检测BP、4-MBP和2-ITX的方法报道较少^[1, 8-9, 14-15, 20]。

2011年,韩伟等人^[1]建立了一种能同时检测6种光引发剂的LC-MS-MS检测方法,其中BP、4-MBP和2-ITX的检出限分别为0.55, 0.031, 0.012 μg/L。2013年,李中皓等人^[20]建立了能同时检测

收稿日期: 2016-09-27

作者简介: 李灿明(1984-),男,江西莲花人,奥瑞金包装股份有限公司食品安全技术主管,硕士,主要研究方向为食品包装有害物质迁移, E-mail: 13581782262@139.com

10 种光引发剂的液相检测方法, 其中 BP、4-MBP 和 2-ITX 的检出限分别为 0.067 5, 0.112 5, 0.095 0 mg/L。2015 年, 刘珊珊等人^[15]建立了能同时检测 15 种光引发剂的 LC-MS-MS 检测方法, 其中 BP、2-MBP 和 2-ITX 的检出限分别为 0.021, 0.008, 0.015 mg/kg。2016 年, K.V. D. Houwe 等人^[14]建立了能同时检测 17 种光引发剂的 LC-MS-MS 检测方法, 其中 BP、2-MBP 和 2-ITX 的检出限分别为 0.3, 0.1, 0.1 $\mu\text{g}/\text{kg}$ 。分析以上方法可知, 李中皓等人^[20]建立的液相检测方法的检出限并不能满足 EuPIA 对于 BP、4-MBP 和 2-ITX 的特定迁移限量要求; 而韩伟、刘珊珊和 K.V. D. Houwe 等人^[14]建立的 LC-MS-MS 检测方法的检出限虽然能够满足 EuPIA 对于 BP、4-MBP 和 2-ITX 的特定迁移限量要求, 但是液相-串联质谱设备价格昂贵, 并不是所有实验室均有配备。因此, 本研究拟采用普通的液相设备, 建立一种能够满足 EuPIA 对于 BP、4-MBP 和 2-ITX 的特定迁移限量要求的检测方法, 为一些中小企业监控光引发剂的迁移提供试验依据。

2 材料与方法

2.1 材料与试剂

水: 以 Milli-Q 超纯水机自制;

纯度为 99.0% 的二苯甲酮、纯度为 99.0% 的 4-甲基二苯甲酮、纯度为 99.8% 的 2-异丙基硫杂蒽酮, 均由美国 Sigma-Aldrich 公司生产;

乙腈: 色谱纯, 由美国 Fisher Scientific 公司生产;

彩印铁板: UV 油墨印刷, 通过特殊渠道从市场上收集。

2.2 仪器与设备

液相色谱仪, Agilent 1290 Infinity (附紫外检测器和荧光检测器), 美国 Agilent 生产;

电子天平, AL204 型, 感量 0.000 1 g, 梅特勒-托利多仪器(上海)有限公司生产;

单边测试仪, 公司自制。

2.3 试验方法

2.3.1 色谱条件

色谱实验中, 选用的色谱柱为 Eclipse Plus C18, 2.1 mm \times 50 mm, 1.8 μm ; 流动相为乙腈+水, 且 $V(\text{乙腈}) : V(\text{水}) = 60 : 40$; 流速为 0.3 mL/min; 进样量为 1 μL ; 柱温箱温度为 30 $^{\circ}\text{C}$; BP 和 MBP 的检测波长均为 254 nm; ITX 的激发波长为 264 nm;

ITX 的发射波长为 440 nm。

2.3.2 标准溶液的配制

1) 单一标准储备液的配制

分别称取 10.0 mg (精确至 0.1 mg) BP、4-MBP 和 2-ITX 光引发剂, 并放于 10 mL 容量瓶中, 用乙腈溶解, 定容至刻度, 即可配制成 1.0 mg/mL 的单一标准储备液。

2) 混合标准储备液的配制

分别移取 1 mL BP、4-MBP 单一标准储备液和 0.1 mL 2-ITX 单一标准储备液于 10 mL 容量瓶中, 用乙腈定容至刻度, 配制成混合标准储备液 (BP、4-MBP 的质量浓度均为 100 mg/L, 2-ITX 的质量浓度为 10 mg/L)。

3) 混合标准工作溶液的配制

准确移取适量的混合标准储备液, 用水逐级稀释成混合标准工作溶液: BP、4-MBP 的质量浓度分别为 0.05, 0.10, 0.20, 0.40, 0.60, 0.80, 1.00 mg/L; 2-ITX 的质量浓度分别为 0.005, 0.010, 0.020, 0.040, 0.060, 0.080, 0.100 mg/L。

2.3.3 样品的处理

将选用的金属包装外彩印面装入单边测试仪中, 加满水 (约 100 mL), 并用螺帽拧紧密封; 然后将其放入高温灭菌锅中, 于 121 $^{\circ}\text{C}$ 温度下模拟灭菌 30 min; 冷却后过滤, 进液相检测。同时, 制作空白试剂对照液。

3 结果与分析

3.1 液相色谱条件的选择

通过前期的预实验得知: 2-ITX 的紫外信号较弱, 但荧光信号相对较强; BP 和 4-MBP 的荧光信号较弱, 但紫外信号相对较强。故本研究的检测方法中, 采用 LC-DAD-FLD 串联的方式进行紫外信号和荧光信号的采集。

3.1.1 DAD 检测波长的选择

图 1 所示为 BP 和 4-MBP 的紫外吸收 3D 光谱图。由图 1a 可知, BP 的最优吸收波长为 254 nm, 由图 1b 可知, 4-MBP 的最优吸收波长为 260 nm。而由实验所得数据可以得知, 4-MBP 的 $A_{254}/A_{260} = 93.44\%$, 大于 BP 的 $A_{254}/A_{260} = 87.66\%$, 并且两者在 254 nm 与 260 nm 处的噪声强度没有明显的差别, 综合考虑 BP 以及 4-MBP 的信噪比, 最终选择 DAD 的检测波长为 254 nm。

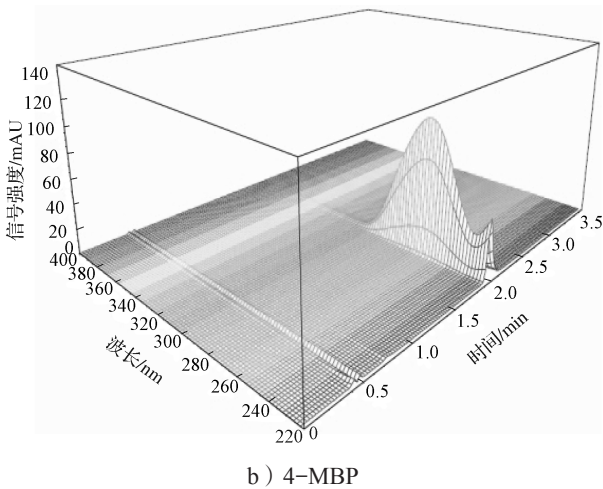
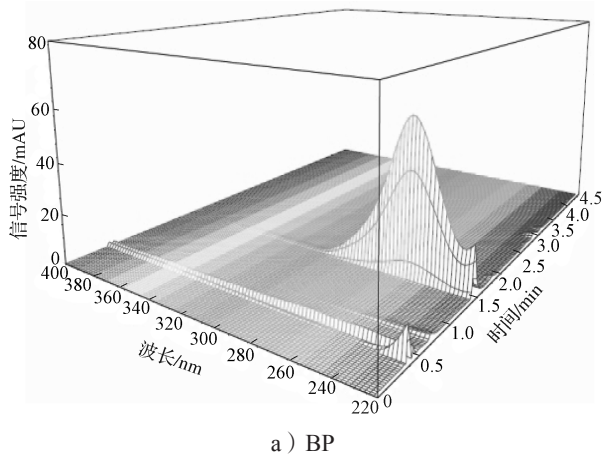


图1 BP和4-MBP的紫外吸收3D光谱图
Fig.1 3D ultraviolet absorption spectrum of BP and 4-MBP

3.1.2 FLD检测波长的选择

图2所示为2-ITX的发射波长和激发波长的3D光谱图。

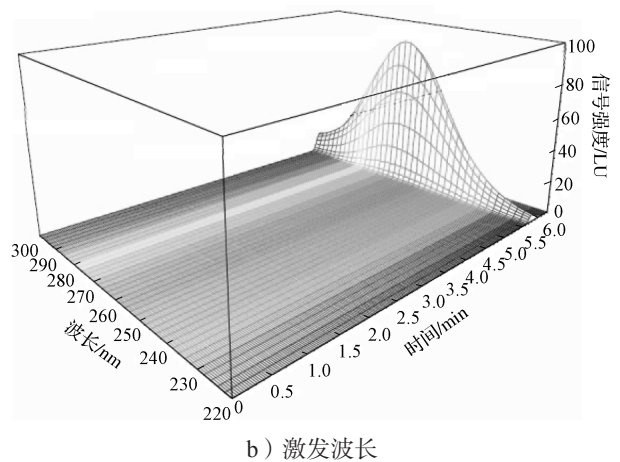
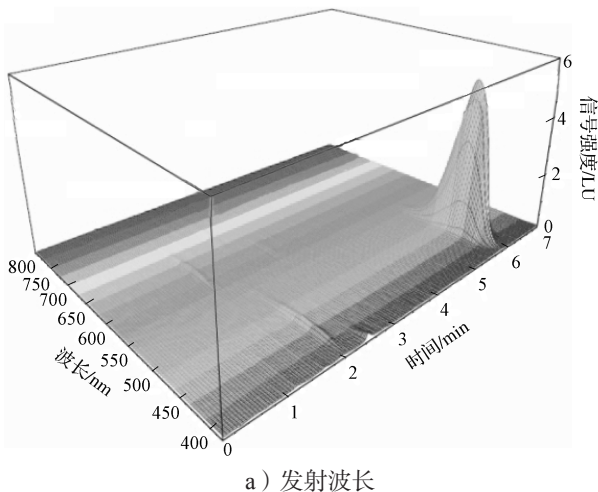


图2 2-ITX的发射波长和激发波长3D光谱图
Fig.2 3D emission wavelength and excitation wavelength spectrum of 2-ITX

由图2a可以得知, 2-ITX的最优发射波长为440 nm; 由图2b可以得知, 其最优激发波长为264 nm。故选择FLD检测的激发波长为264 nm, 发射波长为440 nm。

3.2 食品模拟液和迁移条件的选择

由于金属包装的基板具有高效阻隔作用, 因而其外彩印面的有害物质不会通过基板迁移进入内涂面。但是金属包装制造过程中的外彩印面与内涂面的堆叠接触, 有可能使外彩印面的光引发剂转移至内涂面中, 从而有可能使光引发剂迁移至内容物中。从前期大量的预实验可以得知, 相同表面积的内涂面和外彩印面, 分别接触同等体积的模拟液, 由外彩印面迁移出的光引发剂含量大于内涂面的。故从严考虑, 本研究以外彩印面代替内涂面进行光引发剂的迁移检测, 也即只要外彩印面的光引发剂迁移量小于限量要求就可以认为该彩印铁板符合光引发剂迁移限量的食品安全要求。

鉴于食品饮料金属包装灭菌时, 接触的物质都是水或水蒸汽, 故选择水作为食品模拟物。依据一般食品饮料等的加工工艺, 从严要求, 选择的迁移条件为于121℃温度下, 处理30 min。

3.3 方法评价

3.3.1 标准曲线和检出限

将混合标准储备液进行逐级稀释, 并按照实验方法进行检测, 以信噪比 $S/N \geq 3$ 计算该分析方法的检出限。以混合标准工作溶液的质量浓度为横坐标、对应的峰面积为纵坐标, 建立线性回归方程。实验所得

标准溶液的色谱图见图 3, 所得到的线性回归方程和检出限结果见表 1。

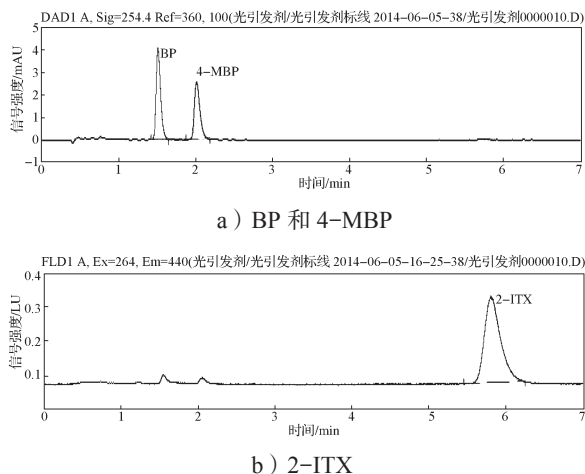


图 3 光引发剂标准工作溶液色谱图

Fig.3 Chromatograms of PIs standard solution

表 1 光引发剂的线性回归方程和检出限

Table 1 Linear regression equation and detection limit of the method

光引发剂	线性回归方程	回归系数 R	线性范围 / ($\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$)	检出限 / ($\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$)
BP	$y=17.197x+0.0769$	0.9999	0.05~1.00	0.05
4-MBP	$y=13.544x+0.1371$	0.9998	0.05~1.00	0.05
2-ITX	$y=40.350x-0.0118$	0.9959	0.005~0.100	0.003

由表 1 中的数据可以得知, 3 种光引发剂中, BP 和 4-MBP 在 0.05~1.00 mg/L 范围内线性关系良好 ($R \geq 0.995$), 检出限为 0.05 mg/L; 2-ITX 在 0.005~0.100 mg/L 范围内线性关系良好 ($R \geq 0.995$), 检出限为 0.003 mg/L。可见, 本实验方法满足 EuPIA 对于 BP、4-MBP 和 2-ITX 的特定迁移限量要求。

3.3.2 精密度和加标回收率

按照实验方法对金属包装彩印面模拟液进行加标回收和精密度实验, 其中 BP 和 4-MBP 的加标量为 0.5 mg/L, 2-ITX 的加标量为 0.06 mg/L, 且每个加标量进行 5 次平行试验, 所得测量结果见表 2。

表 2 模拟液标样的回收率和精密度

Table 2 Recovery and accuracy of the method

光引发剂	加标量 / ($\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$)	回收率 / %					RSD / % ($n=5$)
		1	2	3	4	5	
BP	0.5	99.62	102.16	103.54	100.76	101.98	1.46
4-MBP	0.5	97.07	103.24	103.65	101.65	102.24	2.60
2-ITX	0.06	91.03	106.83	90.88	104.17	104.53	7.90

分析表 2 中的数据可知, 3 种光引发剂的回收率

均在 90.88%~106.83% 间, 精密度小于 7.90%, 可见, 该方法具有较好的精密度和准确度。

3.4 实际样品测定

按照实验方法对 5 种金属包装彩印面进行浸泡和测试, 测得的光引发剂迁移量结果见表 3。由表 3 可以得知, 只有样品 5 的 BP 迁移量有所检出, 且其迁移量小于 EuPIA 规定的特定迁移限量要求。这一结果与商家给出的符合性声明是一致的, 这进一步说明所提方法是有效的。

表 3 金属包装彩印面测定结果

Table 3 Test results of metal packaging printing surface mg/L

光引发剂	样品 1	样品 2	样品 3	样品 4	样品 5
BP	ND	ND	ND	ND	0.58
4-MBP	ND	ND	ND	ND	ND
2-ITX	ND	ND	ND	ND	ND

注: ND 表示未检出, 即结果低于方法检出限。

4 结论

本研究采用单边测试仪, 对 UV 印刷金属包装彩印面进行了迁移检测实验, 建立了一种测定 UV 印刷金属包装彩印面 3 种光引发剂迁移量的 LC-DAD-FLD 检测方法。并且通过实验对所提方法进行了评价, 结果表明:

1) 所提方法能够满足 EuPIA 对于 BP、4-MBP 和 2-ITX 3 种光引发剂的特定迁移限量要求。

2) BP 和 4-MBP 的线性范围为 0.05~1.00 mg/L, 且其检出限均为 0.05 mg/L; 而 2-ITX 的线性范围为 0.005~0.100 mg/L, 检出限为 0.003 mg/L。

3) 3 种光引发剂的空白样品的加标回收率为 90.88%~106.83%, 精密度小于 7.90%。

4) 由实际样品测定结果可知, 本研究中收集的 5 种 UV 印刷金属包装彩印面的 3 种光引发剂迁移量均符合 EuPIA 规定的特定迁移限量要求。

参考文献:

- [1] 韩伟, 于艳军, 李宁涛, 等. 食品接触材料表面印刷油墨中光引发剂的高效液相色谱-串联质谱法检测和迁移研究 [J]. 分析化学, 2011, 39(9): 1387-1393.
HAN Wei, YU Yanjun, LI Ningtao, et al. Determination and Migration Study of Six Photoinitiators in Printing Inks Used for Food Contact Materials by

- High Performance Liquid Chromatography-Tandem Mass Spectrometry[J]. Chinese Journal of Analytical Chemistry, 2011, 39(9): 1387-1393.
- [2] EuPIA. EuPIA Suitability List of Photo-Initiators for Low Migration UV Printing Inks and Varnishes-February 2013 [EB/OL]. (2013-02-19). [2016-09-25]. <http://www.eupia.org>.
- [3] SAGRATINI G, CAPRIOLI G, CRISTALLI G, et al. Determination of Ink Photoinitiators in Packaged Beverages by Gas Chromatography-Mass Spectrometry and Liquid Chromatography-Mass Spectrometry[J]. Journal of Chromatography A, 2008, 1194(2): 213-220.
- [4] 韩伟, 于艳军, 李宁涛, 等. 气相色谱-质谱法测定食品接触材料表面印刷油墨中的光引发剂[J]. 色谱, 2011, 29(5): 417-421.
HAN Wei, YU Yanjun, LI Ningtao, et al. Determination of Photoinitiators in Printing Inks Used in Food Contact Materials[J]. Chinese Journal of Chromatography, 2011, 29(5): 417-421.
- [5] 张耀海, 焦必宁, 周志钦. 气相色谱-串联质谱法结合 QuEChERS 方法快速检测软包装饮料中 8 种光引发剂[J]. 分析化学, 2012, 40(10): 1536-1542.
ZHANG Yaohai, JIAO Bining, ZHOU Zhiqin. Analysis of Eight Photoinitiator Residues in Soft Drinks Using QuEChERS Method and Gas Chromatography-Tandem Mass Spectrometric Detection[J]. Chinese Journal of Analytical Chemistry, 2012, 40(10): 1536-1542.
- [6] 邓晓军, 郭德华, 李波, 等. 气相色谱-质谱法测定乳制品中光引发剂异丙基硫杂蒽酮的残留量[J]. 色谱, 2007, 25(1): 39-42.
DENG Xiaojun, GUO Dehua, LI Bo, et al. Determination of Isopropylthioxanthone Residue in Milk Migrated from Packaging Materials by Gas Chromatography-Mass Spectrometry[J]. Chinese Journal of Chromatography, 2007, 25(1): 39-42.
- [7] 刘芑岩, 黄恩洁, 陈艳杰. 食品包装材料中 7 种光引发剂向水性模拟液中的迁移测定[J]. 色谱, 2012, 30(12): 1235-1240.
LIU Pengyan, HUANG Enjie, CHEN Yanjie. Determination of the Migration of Seven Photoinitiators in Food Packaging Materials into Aqueous Solvent[J]. Chinese Journal of Chromatography, 2012, 30(12): 1235-1240.
- [8] 刘珊珊, 李中皓, 赵乐, 等. GC-MS/MS 法测定间接包装材料中 18 种光引发剂向改性聚苯醚模拟物的迁移量[J]. 烟草科技, 2015, 48(12): 33-40.
LIU Shanshan, LI Zhonghao, ZHAO Le, et al. Determination of Migration of 18 Photoinitiators in Indirect Packaging Materials to Simulator of Modified Polyphenylene Oxide by GC-MS/MS[J]. Tobacco Science & Technology, 2015, 48(12): 33-40.
- [9] 张居舟, 李静, 何俊, 等. 基于凝胶渗透色谱-气相色谱串联质谱法的食品包装印刷油墨中光引发剂的测定[J]. 中国印刷与包装研究, 2014, 6(6): 118-123.
ZHANG Juzhou, LI Jing, HE Jun, et al. Simultaneous Determination of 8 Photoinitiators in the Printing Inks Used in Food Plastic Packaging Materials with GPC-GC-MS/MS Method[J]. China Printing and Packaging Study, 2014, 6(6): 118-123.
- [10] 刘伟, 张楠, 范赛, 等. 食品用纸杯中光引发剂特定迁移量的气相色谱-串联质谱测定方法[J]. 食品安全质量检测学报, 2016, 7(6): 2346-2352.
LIU Wei, ZHANG Nan, FAN Sai, et al. Determination of the Migration of Photoinitiators from Paper Cup into Food Stimulants by Gas Chromatography-Tandem Mass Spectrometry[J]. Journal of Food Safety and Quality, 2016, 7(6): 2346-2352.
- [11] 张炎. 气相色谱法测定废水中光引发剂 1103[J]. 广东化工, 2014, 41(19): 197-198.
ZHANG Yan. Determination Photo Initiator 1103 in Wastewater by Gas Chromatography[J]. Guangdong Chemical Industry, 2014, 41(19): 197-198.
- [12] 张居舟, 尚光志, 蔡荟梅, 等. 基质分散固相萃取-气相色谱-质谱联用法测定塑料食品包装材料中 9 种光引发剂[J]. 食品工业科技, 2015, 36(17): 269-274.
ZHANG Juzhou, SHANG Guangzhi, CAI Huimei, et al. Determination of 9 Photo-Initiators Residues in Food Plastic Packaging by Dispersive Solid Phase Extraction Coupled with Gas Chromatograph-Mass Spectrometry[J]. Science and Technology of Food Industry, 2015, 36(17): 269-274.
- [13] SHEN Dongxu, LIAN Hongzhen, DING Tao, et al. Determination of Low-Level Ink Photoinitiator Residues in Packaged Milk by Solid-Phase Extraction and LC-ESI/MS/MS Using Triple-Quadrupole Mass Analyzer[J]. Analytical and Bioanalytical Chemistry, 2009, 395(7): 2359-2370.
- [14] HOUWE K V D, HEYST A V, EVRARD C, et al. Migration of 17 Photoinitiators from Printing Inks and Cardboard into Packaged Food-Results of a Belgian Market Survey[J]. Packaging Technology and Science, 2016, 29(2): 121-131.
- [15] 刘珊珊, 李中皓, 杨飞, 等. LC-MS/MS 法测定纸

- 质包装材料中 15 种光引发剂向改性聚苯醚模拟物的迁移量 [J]. 质谱学报, 2015, 36(2): 168-176.
- LIU Shanshan, LI Zhonghao, YANG Fei, et al. Determination of Migration of the 15 Photoinitiators from Paper-Made Packing Using Modified Polyphenylene Oxide as a Simulant by LC-MS/MS[J]. Journal of Chinese Mass Spectrometry Society, 2015, 36(2): 168-176.
- [16] 生茂强, 邓晓军, 郭德华, 等. 液相色谱-串联质谱法对光引发剂异丙基硫杂蒽酮与对-N, N-二甲氨基苯甲酸异辛酯残留量的检测 [J]. 分析测试学报, 2009, 28(1): 12-17.
- SHENG Maoqiang, DENG Xiaojun, GUO Dehua, et al. Determination of Photoinitiators 2-Isopropyl Thioxanthone and 2-Ethylhexyl-4-Dimethylam Inobenzoate Residues by Liquid Chromatography Coupled to Tandem Mass Spectrometry[J]. Journal of Instrumental Analysis, 2009, 28(1): 12-17.
- [17] 张建莹, 沈金灿, 岳振峰, 等. 液相色谱-串联质谱法测定牛奶中 11 种光引发剂残留量 [J]. 江西农业学报, 2013, 25(7): 94-97.
- ZHANG Jianying, SHEN Jincan, YUE Zhenfeng, et al. Determination of 11 Photo-Initiators Residues in Milk Liquid Chromatography-Tandem Mass Spectrometry[J]. Acta Agriculturae Jiangxi, 2013, 25(7): 94-97.
- [18] SANCHES-SILVA A, PASTORELLI S, CRUZ J M, et al. Development of an Analytical Method for the Determination of Photoinitiators Used for Food Packaging Materials with Potential to Migrate into Milk[J]. Journal of Dairy Science, 2008, 91(3): 900-909.
- [19] PAPILOU S, BAUDRAZ D. Migration Tests for Substrates Printed with UV Ink Systems in Aqueous Simulants[J]. Progress in Organic Coatings, 2002, 45(2): 231-237.
- [20] 李中皓, 吴帅宾, 刘珊珊, 等. 超高效液相色谱法快速检测纸质印刷包装材料中 10 种受限制光引发剂 [J]. 分析化学, 2013, 41(12): 1817-1824.
- LI Zhonghao, WU Shuaibin, LIU Shanshan, et al. Rapid Detection of Ten Restricted Photoinitiators in Paper-Made Packaging Based on Ultra Performance Convergence Chromatography[J]. Chinese Journal of Analytical Chemistry, 2013, 41(12): 1817-1824.
- [21] 李中皓, 唐纲岭, 王庆华, 等. 超高效液相色谱法测定卷烟包装纸中的二苯甲酮和 4-甲基二苯甲酮 [J]. 现代食品科技, 2011, 27(10): 1276-1280.
- LI Zhonghao, TANG Gangling, WANG Qinghua, et al. Determination of Benzophenone and 4-Methylbenzophenone Residual Content in Cigarette Packing Paper by Ultra Performance Liquid Chromatography[J]. Modern Food Science and Technology, 2011, 27(10): 1276-1280.
- [22] 韩伟, 庞震, 张媛媛, 等. 超高压液相色谱法测定食品接触材料印刷油墨中光引发剂 [J]. 食品安全质量检测学报, 2013, 4(4): 1005-1009.
- HAN Wei, PANG Zhen, ZHANG Yuanyuan, et al. Determination of Photo-Initiators in Printing Ink on Food Contact Material by Ultra-Pressure Liquid Chromatography[J]. Journal of Food Safety and Quality, 2013, 4(4): 1005-1009.

Determination of Migration of 3 Photoinitiators from Printing Surface of Metal Packaging by LC-DAD-FLD

LI Canming, BAI Jianguo, CHEN Jianglong, BAI Yannan

(ORG Packaging Co., Ltd., Beijing 101407, China)

Abstract: In order to investigate the migration risk of the PIs from the printing surface of metal packaging, the migrations of BP, 4-MBP and 2-ITX from the printing surface of metal packaging were determined by liquid chromatography (LC-DAD-FLD). The DAD detection wavelength, FLD excitation wavelength and FLD emission wavelength were optimized, and the food simulants and migration conditions were selected. The results showed that after optimizing the conditions of the liquid chromatography, the detection limits of BP, 4-MBP and 2-ITX were 0.05, 0.05 and 0.003 mg/L respectively. The recoveries ranged from 90.88% to 106.83%, and the RSD was below 7.90%. Therefore the method was suitable for the SML requirements for BP, 4-MBP and 2-ITX of EuPIA.

Keywords: photoinitiator; liquid chromatography; metal packaging; migration