



纳米银-聚乙烯复合膜中4种添加剂的检测

doi:10.3969/j.issn.1674-7100.2017.02.001

薄艳娜¹ 林勤保¹
吴恩玉¹ 李波¹
钟怀宁² 李丹²

1. 暨南大学
包装工程研究所
广东普通高校产品包装与
物流重点实验室
广东 珠海 519070
2. 广东出入境检验检疫局
检验检疫技术中心
广东 广州 510623

摘要:采用高效液相色谱(HPLC)法,构建纳米银-聚乙烯复合包装膜中2种抗氧化剂和2种光稳定剂的检测方法。复合膜经甲苯溶解,离心净化,氮吹,采用甲醇复溶后过膜,再进行HPLC分析。以XBridge™ C₁₈作为色谱柱,以甲醇作为流动相,采用外标法定量检测。实验结果表明,4种添加剂的峰面积与其质量浓度在各自的质量浓度范围内线性关系良好,确定系数 $r^2 > 0.9989$,方法的回收率在81.6%~101.8%范围内,相对标准偏差在1.4%~9.1%之间。4种添加剂的检出限为0.03~0.30 μg/mL,定量限为0.10~1.00 μg/mL。

关键词:高效液相色谱法; 纳米银-聚乙烯; 抗氧化剂; 光稳定剂

中图分类号: TB333.2⁺3; TB487

文献标志码: A

文章编号: 1674-7100(2017)02-0001-05

1 研究背景

纳米银-聚乙烯复合包装材料是一种将直径小于100 nm的银与聚乙烯母粒复合制成的具有特殊物理化学性能的新型材料。由于纳米银具有优良的抗菌性能,故纳米银-聚乙烯复合包装材料在食品包装中应用较为广泛^[1]。聚乙烯材料在生产、制造、储存、运输及使用过程中,通常会暴露在紫外光、氧气的环境中,从而导致材料降解老化,为了减缓其降解速率,通常会加入添加剂以提高聚乙烯材料的性能^[2]。主抗氧化剂Irganox1076和辅助抗氧化剂Irgafos168是最具代表性的抗氧化剂,因其与塑料的相溶性较好及抗氧化效果良好而应用广泛^[3]。紫外线吸收剂UV531和UVP分别为二苯甲酮类和苯并三唑类,能吸收太阳光及荧光光源的紫外线部分,防止产品外观及机械性能变坏^[4]。若纳米银-聚乙烯复合包装材料作为食品接触材料,其添加剂必然存在向食品中迁移的风

险。GB 9685—2008《食品容器、包装材料用添加剂使用卫生标准》对以上4种添加剂在与食品接触塑料中的最大使用量、最大残留量均提出了相关要求。因此,建立食品塑料包装材料中紫外线吸收剂和抗氧化剂的快速、准确检测方法,将有利于对材料中可能超量使用紫外线吸收剂和抗氧化剂的行为进行监管,同时为纳米/聚乙烯复合膜在食品包装领域的应用推广提供参考依据。

关于聚乙烯塑料中添加剂的检测方法,国内外已有较多相关文献报道,其检测方法主要有高效液相色谱法^[5-9]、高效液相色谱串联质谱法^[10-12]、气相色谱法^[13-15]、气相色谱串联质谱法^[16-19]等。其中提取方法主要有涡旋振荡法、超声萃取法等。这些研究大多局限在适用于普通塑料材料中同一类添加剂的检测,而涉及纳米复合材料的检测还未见报道,且其检测过程中的前处理大多采用超声、振荡等方式对塑料碎片

收稿日期: 2016-01-30

基金项目: 国家质量监督检验检疫总局科技计划基金资助项目(2016IK057), 广东省自然科学基金资助项目(2015A030313329), 广东省动植物与食品进出口技术措施研究重点实验室开放基金资助项目

作者简介: 薄艳娜(1991-), 女, 山东烟台人, 暨南大学硕士生, 研究方向为食品与药品包装,

E-mail: boyanna91@163.com

通信作者: 林勤保(1968-), 男, 山西吕梁人, 暨南大学研究员, 博士, 主要从事食品与药品包装方面的教学与研究,

E-mail: 7899966@qq.com

中的添加剂进行萃取，并未将塑料薄膜完全溶解，因而不能实现完全提取。基于此，本文拟选取2种抗氧化剂和2种光稳定剂作为研究对象，采用甲苯作为溶解塑料的溶剂，经离心、氮吹、甲醇复溶后再进行高效液相色谱（high performance liquid chromatography, HPLC）分析，以检测纳米银-聚乙烯复合包装材料中多类添加剂的迁移情况。

1 实验部分

1.1 材料、试剂与仪器

高效液相色谱仪，Waters Alliance 2695型（配有二极管阵列检测器PDA 2996），美国Waters科技有限公司生产；

电子分析天平，AL204型，梅特勒-托利多仪器（上海）有限公司生产；

水浴锅，HH-S4型，国立试验设备研究所（常州市）生产；

电热恒温鼓风干燥箱，DHG-9140A型，上海培因实验仪器有限公司生产；

样品自动浓缩工作站，Turbo VAP®II型，美国Caliper公司生产；

高速离心机，南京科技发展有限公司生产；

超纯水器，EPED-10TS型，南京易普达科技发展有限公司生产；

色谱纯试剂甲醇（纯度>99%）、二氯甲烷（纯度>99%），均购自美国Mecrk公司；

甲苯，分析纯，体积分数≥98%，日本BASF公司生产；

三（2,4-二叔丁基）亚磷酸苯酯（抗氧化剂168，纯度>98%），日本BASF公司生产；

β -（3,5-二叔丁基-4-羟基苯基）丙酸十八醇酯（抗氧化剂1076，纯度>99%），德国BASF公司生产；

2-（2-羟基-5-甲基苯基）苯并三唑（光稳定剂UVP，纯度>98%）、2-羟基-4-正辛氧基二苯甲酮（光稳定剂UV531，纯度>99%），均购自百灵威科技有限公司。

纳米银-聚乙烯复合包装材料中4种添加剂的相关信息如表1所示。

表1 纳米银-聚乙烯复合包装材料中4种添加剂的相关信息

Table 1 Detailed information of 4 additives in polyethylene-silver nanocomposites film

添加剂	中文名	化学名称	CAS号	分子式
抗氧化剂	抗氧化剂 1076	otadecyl β -(3,5-di-tert-butyl-4-hydroxyphenyl)propanoate	2082-79-3	C ₃₅ H ₆₂ O ₃
	抗氧化剂 168	tris(2,4-di-tert-butylphenyl) phosphite	31570-04-4	C ₄₂ H ₆₃ O ₃ P
光稳定剂	UVP	2-(2-Benzotriazolyl)-4-methylphenol	2440-22-4	C ₁₃ H ₁₁ N ₃ O
	UV531	[2-hydroxy-4-(octyloxy)phenyl]phenylmethanone	1843-05-6	C ₂₁ H ₂₆ O ₃

纳米银/聚乙烯复合包装膜的制作按照本课题组之前所建立的熔融共混、吹塑成膜方法制备。

1.2 实验方法

1.2.1 标准溶液的配制

分别称取上述标准品，加少量二氯甲烷溶解后，用甲醇定容至10 mL，配成质量浓度为1 000 μ g/mL的标准溶液，密封后置于冰箱中避光保存，冰箱温度设置为4 $^{\circ}$ C，备用。

1.2.2 样品的前处理

将复合薄膜冲洗晾干后，剪切为面积1 cm²以下的小块，准确称取0.2 g薄膜块，置于具塞锥形瓶中，加入10 mL甲苯，于75 $^{\circ}$ C下加热至塑料完全溶解（加热时间为4 min左右）；取适量溶解液高速离心30 min，离心机转速设置为10 000 r/min；于20 $^{\circ}$ C温度下，取1 mL离心上清液进行氮吹，并加入1 mL

甲醇，振荡至充分溶解，以0.22 μ m微孔滤膜过滤后待高效液相色谱法检测。不含添加剂的空白复合膜按照同样的方法进行处理，作为对照，每个样品进行3次平行处理。

1.2.3 样品的检测与表征

采用高效液相色谱仪对样品进行检测与表征，选用XBridge™ C₁₈色谱柱，5 μ m，4.6 mm \times 250 mm；Waters；柱温为30 $^{\circ}$ C；流动相为甲醇；流速为1.0 mL/min，运行时间为16 min，进样量为10 μ L；检测波长为231 nm。

2 结果与讨论

2.1 溶解溶剂优化

采用溶解-沉淀方法，将塑料薄膜溶解后，用甲

醇沉淀。考察二氯甲烷、四氢呋喃和甲苯3种有机溶剂对复合薄膜的溶解效果。结果表明:于80℃条件下溶解48h,二氯甲烷不能将聚乙烯薄膜完全溶解;而使用四氢呋喃作为溶解溶剂,抗氧化剂168的损失率达80%左右,且四氢呋喃易挥发,溶剂加热至80℃时会导致其他3种添加剂回收率偏高。因此,最终选用甲苯作为溶解塑料的溶剂。实验结果表明,以甲苯为溶剂,4种添加剂的回收率范围为81.6%~101.8%。

2.2 沉淀方法优化

塑料溶解后,比较甲醇沉淀和离心沉淀2种去除聚乙烯的方法。结果发现,直接向溶解了聚乙烯薄膜的甲苯溶液中加入甲醇,聚乙烯沉淀后,甲醇溶液中会残留部分甲苯,甲苯具有很强的紫外吸收能力,会导致目标化合物无法在二极管阵列检测器中显示,且按照此方法,加入甲醇振荡后,72h后才能形成沉淀;而离心沉淀较快而完全,所以采用1.2.2中的离心方法,对溶液进行20min离心处理。

经离心处理后,比较水浴加热和氮吹2种去除甲苯方法的优劣。实验结果表明,水浴加热需要5h左右,且长时间的高温加热会使抗氧化剂168的回收率仅10%~20%,因此,采用1.2.2所示前处理方法,对溶液进行氮吹处理。最终测得经氮吹处理的抗氧化剂168的加标回收率为81.6%~101.8%,可见氮吹法的回收率高于水浴加热处理方法的,故本研究采用氮

吹处理方法去除样品溶液中的甲苯。

2.3 色谱条件

取质量浓度为15μg/mL的混合标准溶液进行高效液相色谱检测,所得添加剂混合标准溶液色谱图如图1所示。

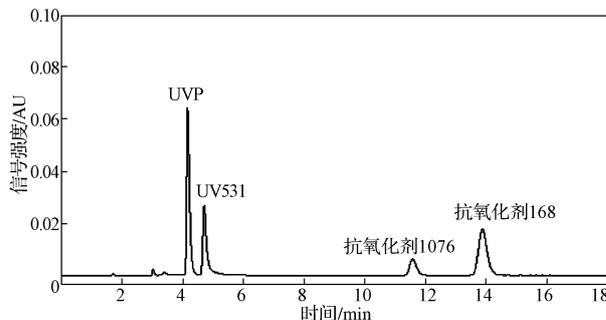


图1 添加剂的混合标准溶液色谱图

Fig. 1 HPLC chromatograms of mixed standard solution of additives

由图1可看出,4种塑料添加剂在本实验色谱条件下,可以实现较好的基线分离。

2.4 标准曲线线性范围、方法检出限和定量限

以标准品溶液的峰面积为纵坐标(y),以其质量浓度为横坐标(x,μg/mL),建立标准曲线。4种添加剂的线性范围、线性方程、确定系数、方法检出限和定量限见表2。4种添加剂在给出的浓度范围内呈现出线性关系,确定系数 $r^2 > 0.9989$ 。

表2 4种添加剂的线性范围、线性方程、确定系数、方法检出限和定量限
Table 2 Linear equations, determination coefficient, LOD and LOQ of 4 additives

添加剂	线性范围/(μg·mL ⁻¹)	线性方程	确定系数 r^2	方法检出限/(μg·mL ⁻¹)	方法定量限/(μg·mL ⁻¹)
UVP	0.5~100.0	$y = 26\,408x + 8\,568.9$	0.9989	0.03	0.10
UV531	1~100	$y = 14\,125x - 4\,470.9$	0.9995	0.06	0.18
抗氧化剂1076	5~100	$y = 5\,809.3x - 472.95$	0.9997	0.30	1.00
抗氧化剂168	5~100	$y = 21\,367x + 3\,847.1$	0.9995	0.30	1.00

2.5 方法回收率和相对标准偏差

为了验证所选方法的准确性,选取空白纳米银-低密度聚乙烯复合薄膜进行低(0.5μg·mg⁻¹)、中(1.0μg·mg⁻¹)、高(2.5μg·mg⁻¹)3个质量比加标回收实验,每个质量比做6个平行样(n=6)。计算所得平均回收率和相对标准偏差结果见表3。由表3可知,所选方法的回收率范围为81.6%~101.8%,相对标准偏差(relative standard deviation, RSD)范围为1.4%~9.1%。所有质量比均符合方法学要求,所以检测方法可行。

表3 纳米银-聚乙烯复合膜中4种添加剂的加标回收率与相对标准偏差

Table 3 Recoveries and RSDs for spike the 4 additives in blank nano-silver LDPE %

添加剂	0.5 μg·mg ⁻¹		1.0 μg·mg ⁻¹		2.5 μg·mg ⁻¹	
	回收率	RSD	回收率	RSD	回收率	RSD
UV531	88.5	4.9	88.9	6.8	94.1	5.1
UVP	93.1	6.6	92.8	6.3	91.9	6.8
抗氧化剂1076	101.8	5.9	89.4	1.4	91.1	4.4
抗氧化168	94.3	9.1	81.6	1.8	88.5	8.3

2.6 实际样品测定

用所建方法对纳米银-聚乙烯复合膜中4种添加剂的质量比进行测定, 每组实验做3个平行样($n=3$)。样品质量比及RSD结果如表4所示。由表4分析可知, 数据平行性好, 可以反映膜内添加剂的真实质量比。

表4 纳米银-聚乙烯复合材料中
4种添加剂的质量比及RSD

Table 4 Mass concentration of 4 additives in
different PE films and RSD

添加剂	质量比/($\mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$)	RSD/%
UVP	1 634.0	7.5
UV531	1 803.3	8.3
抗氧化剂 1076	1 377.0	2.2
抗氧化剂 168	1 093.8	8.7

3 结论

本研究通过实验构建了纳米银-聚乙烯复合包装膜中4种添加剂的高效液相色谱检测方法。

1) 溶解溶剂优化实验结果表明, 用甲苯溶解塑料回收率在81.6%~101.8%之间, 因而确定采用甲苯作为溶解塑料的溶剂; 甲醇沉淀和离心沉淀2种去除聚乙烯方法的对比实验结果表明, 甲醇沉淀耗时较长, 且会残留甲苯, 因而最终确定使用离心沉淀去除大分子; 水浴加热和氮吹2种去除甲苯的实验结果表明, 水浴所需时间太长, 会导致抗氧化剂168大量损失。因此, 实验确定复合膜经甲苯溶解, 离心净化, 氮吹, 用甲醇复溶后过膜, 再使用XBridgeTM C₁₈作为色谱柱, 以甲醇作为流动相, 采用外标法定量测定纳米银-聚乙烯复合包装膜中2种抗氧化剂和2种光稳定剂。

2) 溶液的标准曲线测定结果表明, 4种添加剂的峰面积与其质量浓度在各自的质量浓度范围内线性关系良好, 确定系数 $r^2 > 0.9989$, 方法的回收率在81.6%~101.8%范围内, 相对标准偏差在1.4%~9.1%之间。4种添加剂的检出限为0.03~0.30 $\mu\text{g}/\text{mL}$, 定量限为0.10~1.00 $\mu\text{g}/\text{mL}$ 。

本研究中提出的方法优化了高效液相色谱分离条件、沉淀方法以及塑料溶解溶剂, 其前处理较为简单, 操作简单、快速, 且具有较好的准确度和精密度, 适用于纳米银聚烯烃复合包装材料中多种添加剂的检测, 并为纳米银-聚乙烯复合包装膜中添加剂的迁移研究提供基础。

参考文献:

- [1] CHAUDHRY Q, SCOTTER M, BLACKBURN J, et al. Applications and Implications of Nanotechnologies for the Food Sector[J]. Food Additives & Contaminants: Part A, 2008, 25(3): 241-258.
- [2] EMAMIFAR A, KADIVAR M, SHAHEDI M, et al. Evaluation of Nanocomposite Packaging Containing Ag and ZnO on Shelf Life of Fresh Orange Juice[J]. Innovative Food Science & Emerging Technologies, 2010, 11(4): 742-748.
- [3] KIMURA K, YOSHIKAWA T, TAGUCHI Y, et al. Direct Determination of a Polymeric Hindered Amine Light Stabilizer in Polypropylene by Thermal Desorption-Gas Chromatography Assisted by In-Line Chemical Reaction[J]. The Analyst, 2000, 125(3): 465-468.
- [4] NOGUEROLCALR, LÓPEZVILARINÓJM, FERNÁNDEZMARTÍNEZ G, et al. Liquid Chromatographic Methods to Analyze Hindered Amines Light Stabilizers(HALS) Levels to Improve Safety in Polyolefins[J]. Journal of Separation Science, 2010, 33(17/18): 2698-2706.
- [5] 张磊, 吴青, 梁健华, 等. 高效液相色谱法同时测定食品塑料包装材料中8种邻苯二甲酸酯的含量[J]. 食品科学, 2012, 33(20): 184-188.
ZHANG Lei, WU Qing, LIANG Jianhua, et al. Simultaneous Determination of 8 Kinds of Phthalic Acid Esters in Plastic Food Packaging Materials by High Performance Liquid Chromatography[J]. Food Science, 2012, 33(20): 184-188.
- [6] 孟宪双, 马强, 白桦, 等. 高效液相色谱法同时测定防晒类化妆品中15种紫外线吸收剂[J]. 色谱, 2015, 33(8): 799-804.
MENG Xianshuang, 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.
- [7] 贾丽, 夏敏, 陈惠. 塑料中邻苯二甲酸酯类化合物的高效液相色谱分析[J]. 化学通报, 2005(12): 69-71.
JIA Li, XIA Min, CHEN Hui. Determination of Phthalates in Plastics by High Performance Liquid Chromatography[J]. Chemistry, 2005(12): 69-71.
- [8] HINTERSTEINER I, REISINGER M, HIMMELSBACH M, et al. Separation and Characterization of Oligomeric Hindered Amine Light Stabilizers Using High-Performance Liquid Chromatography with UV and

- Quadrupole Time-of-Flight Mass Spectrometric Detection[J]. *Journal of Separation Science*, 2016, 39(6): 1056-1066.
- [9] 张居舟, 李静, 邵栋梁, 等. 固相萃取-高效液相色谱法同时测定食品塑料包装材料中9种光稳定剂[J]. *色谱*, 2012, 30(2): 190-195.
ZHANG Juzhou, LI Jing, SHAO Dongliang, et al. Simultaneous Determination of 9 Ultraviolet Stabilizers in Food Plastic Packaging Materials by Solid Phase Extraction-High Performance Liquid Chromatography[J]. *Chinese Journal of Chromatography*, 2012, 30(2): 190-195.
- [10] 薄艳娜, 李蓉, 张朋杰, 等. 高效液相色谱-串联质谱法测定焙烤食品及其塑料包装中31种邻苯二甲酸酯[J]. *色谱*, 2016, 34(9): 868-879.
BO Yanna, LI Rong, ZHANG Pengjie, et al. Determination of 31 Phthalate Esters in Baked Foods and Plastic Packaging Materials by High Performance Chromatography-Tandem Mass Spectrometry[J]. *Chinese Journal of Chromatography*, 2016, 34(9): 868-879.
- [11] 勾新磊, 刘伟丽, 高峡, 等. 超高效液相色谱-串联质谱法测定塑料包装果汁饮料中10种苯并三唑类紫外吸收剂[J]. *质谱学报*, 2016, 37(3): 255-261.
GOU Xinlei, LIU Weili, GAO Xia, et al. Simultaneous Determination of Ten Benzotriazole Ultraviolet Stabilizers in Plastic Bottled Fruit Juices Beverage by UPLC-MS/MS[J]. *Journal of Chinese Mass Spectrometry Society*, 2016, 37(3): 255-261.
- [12] 勾新磊, 赵新颖, 池海涛, 等. 固相萃取-超高效液相色谱-串联质谱法同时测定食品接触塑料制品中10种苯并三唑类紫外吸收剂[J]. *色谱*, 2015, 33(6): 571-576.
GOU Xinlei, ZHAO Xinying, CHI Haitao, et al. Simultaneous Determination of Ten Benzotriazole Ultraviolet Stabilizers in Food Contact Plastic Materials by Solid Phase Extraction and Ultra Performance Liquid Chromatography with Tandem Mass Spectrometry[J]. *Chinese Journal of Chromatography*, 2015, 33(6): 571-576.
- [13] 刘旭, 任正东, 潘静, 等. 气相色谱法快速测定食用油中3种抗氧化剂[J]. *中国油脂*, 2011, 36(9): 85-87.
LIU Xu, REN Zhengdong, PAN Jing, et al. Rapid Determination of BHA, BHT, TBHQ in Edible Oils by Gas Chromatography[J]. *China Oils and Fats*, 2011, 36(9): 85-87.
- [14] 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 Zhongqiang, WANG Libing, LI Ningtao, et al. Determination of Antioxidant Residues in Polymer Foodpackage Using Gas Chromatography[J]. *Chinese Journal of Chromatography*, 2011, 29(3): 273-276.
- [15] 穆同娜, 许华, 李伟. 凝胶渗透色谱-气相色谱法测定食用油脂中抗氧化剂BHA、BHT[J]. *食品工业科技*, 2007, 28(1): 228-230.
MU Tongna, XU Hua, LI Wei. Determination of Antioxidant BHA and BHT in Edible Oils by Gas Chromatography with Gel Permeation Chromatography[J]. *Science and Technology of Food Industry*, 2007, 28(1): 228-230.
- [16] 舒平, 杨卫花, 徐幸. 气相色谱-三重四极杆质谱联用法测定核桃油中酚类抗氧化剂的不确定度评估[J]. *食品科学*, 2016, 37(6): 194-198.
SHU Ping, YANG Weihua, XU Xing. Evaluation of Uncertainties in Determination of Phenolic Antioxidants in Walnut Oil by Gas Chromatography-Triple Quadrupole Mass Spectrometry[J]. *Food Science*, 2016, 37(6): 194-198.
- [17] 邢寒竹, 王霞, 陈相峰, 等. 分散液液微萃取-气相色谱-串联质谱快速分析食用油中的酚类抗氧化剂[J]. *分析化学*, 2015, 43(3): 409-413.
XING Hanzhu, WANG Xia, CHEN Xiangfeng, et al. Rapid Analysis of Phenolic Antioxidants in Edible Oils by Dispersed Liquid Microextraction-Gas Chromatography-Tandem Mass Spectrometry[J]. *Chinese Journal of Analytical Chemistry*, 2015, 43(3): 409-413.
- [18] 杨卫花, 徐幸, 赵浩军, 等. 气相色谱/三重串联四级杆质谱分析食用植物油中抗氧化剂BHA、BHT和TBHQ[J]. *粮食储藏*, 2013, 42(1): 41-44, 56.
YANG Weihua, XU Xing, ZHAO Haojun, et al. Analysis of Antioxidants BHA, BHT and TBHQ in Edible Vegetable Oil by Gas Chromatography/Triple Quadrupole Mass Spectrometry[J]. *Grain Storage*, 2013, 42(1): 41-44, 56.
- [19] 曹淑瑞, 徐芬, 张雷, 等. 凝胶渗透色谱-气相色谱-串联质谱法同时测定食品中3种抗氧化剂[J]. *食品科学*, 2013, 34(12): 160-164.
CAO Shurui, XU Fen, ZHANG Lei, et al. Simultaneous Determination of 3 Antioxidants in Foods by Gas Chromatography-Tandem Mass Spectrometry Coupled with Gel Permeation Chromatography[J]. *Food science*, 2013, 34(12): 160-164. (下转第24页)

Release of Nanoparticles from Nanocomposite Packaging Materials: Theoretical Study and Experimental Assessment

XIA Yining

(Institute of Quality Standards and Testing Technology for Agro-Products, Chinese Academy of Agricultural Sciences, Beijing 100081)

Abstract: The release of nanoparticles from nanocomposite packaging materials in solvent contact condition was systematically reviewed in three aspects: Piringer theoretical model and Simon theoretical model were introduced to deduce the migration of nanoparticles; migration pathways of nanoparticles in liquid macromolecular materials and solid polymer materials were concluded; experimental data of the migration volume of nanoparticles of nano-metal, carbon nano-tube and nanoclay were analyzed. On this basis, the prospects of future research were suggested as in the direction of study on the migration of nanoparticles by quantum dots as model particles and the effects of material degradation on migration of nanoparticles.

Keywords: nanopackaging; nanotechnology; release theory; migration

.....
(上接第5页)

Determination of 4 Additives in Polyethylene-Silver Nanocomposites Film

BO Yanna¹, LIN Qinbao¹, WU Enyu¹, LI Bo¹, ZHONG Huaining², LI Dan²

(1. Key Laboratory of Product Packaging and Logistics of Guangdong Higher Education Institutes, Institute of Packaging Engineering, Jinan University, Zhuhai Guangdong 519070, China;

2. Inspection and Quarantine Technology Center, Guangdong Entry Exit Inspection and Quarantine Bureau, Guangzhou 510623, China)

Abstract: A high performance liquid chromatography (HPLC) for analysis of 2 antioxidants and 2 light stabilizers in polyethylene-silver nanocomposites was developed. The film was dissolved with toluene, and cleaned with centrifugal. Then the solution was filtered through nitrogen blowing before analyzed through HPLC. The separation was performed on XBridgeTM C₁₈, while methanol was used as the mobile phase and quantified by external standard method. The results indicated that the method had good linear relationships with coefficient $r^2 > 0.9989$. The average recoveries of the 4 additives were in the range of 81.6%~101.8%, and the relative standard deviations were in the range of 1.4%~9.1%. The limits of detection (LODs) were 0.03~0.30 µg/mL and the limits of quantification(LOQ) were 0.10~1.00 µg/mL.

Keywords: high performance liquid chromatography; nano-silver-polyethylene; antioxidant; light stabilizer