

透明食品包装材料防紫外性能的检测与评价

李锦花, 陈丹超, 马明

(宁波出入境检验检疫局, 宁波 315012)

摘要: 对 21 种透明食品包装材料进行了透射光谱分析, 获得了透射光谱。将紫外线透射比评价模型引入到了透明包装材料防紫外线性能的评价中, 并对该评价体系进行了验证。结果表明, 该评价体系能直观、可靠地评价透明包装材料防紫外线的性能。

关键词: 透明食品包装材料; 防紫外; 紫外线透射比; 评价

中图分类号: TB487; TS206.4 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-3563(2012)09-0010-03

Test and Evaluation of UV-shielding Performance for Transparent Food Packaging Materials

LI Jin-hua, CHEN Dan-chao, MA Ming

(Ningbo Entry-Exit Inspection and Quarantine Bureau, Ningbo 315012, China)

Abstract: Transmission spectra of 21 kinds of transparent food packaging materials were obtained through ultraviolet(UV)scanning. UV transmission evaluation model was introduced into evaluation of UV-shielding performance of the transparent packaging material. The evaluation system was verified. The results showed that this system can intuitively and reliably evaluate UV-shielding performance of transparent food packaging materials.

Key words: transparent food packaging material; UV-shielding; UV transmission; evaluation

透明食品包装材料使商品具有良好的展示效果, 深受广大消费者的喜爱。但是紫外线易透过透明食品包装材料, 使高分子材料老化、食品中的油脂发生氧化、色素发生分解, 使食品品质下降, 甚至导致食品变质腐败。为防止光氧化, 在材料加工过程中常常添加紫外吸收剂, 以减少紫外光透过率, 从而提高材料的防紫外性能^[1]。因此, 研究透明包装材料的防紫外线能力, 有利于选择合适的透明包装材料, 提高商品的货架期。

目前, 对透明食品包装材料防紫外性能的评价无相关标准。研究表明, 透明食品包装材料的紫外线透过率 $T(\lambda)$ 可以反映包装材料的紫外线防护能力^[2-4], 但日光中紫外线是带状光谱, 所以需要引入数学评价体系来评价透明食品包装材料对紫外线防护能力。笔者将 GB/T 2680-94^[5] 中的玻璃紫外线透射比 τ_{uv} 评价模型引入到透明包装材料防紫外线性能的评价中, 获得透明包装材料防紫外线性能的评价

体系, 并对该评价体系进行了验证。

1 实验

1.1 样品

常见的透明食品包装材料种类繁多, 文中选用的样品主要来自各大超市、菜场所使用的常见的透明食品包装材料, 内装物包括食用油、油性食品、干性食品、粮食、水性食品, 共计 21 种见表 1。

精制橄榄油、碘化钾、三氯甲烷、冰乙酸、硫代硫酸钠、淀粉均为分析纯, 购自国药集团。

1.2 透过率的测定

使用温和清洁剂清洗无折痕的样品, 晾干; 裁剪为 30 mm×16 mm 片状薄膜, 采用日本岛津 UV2550 型双光束紫外分光光度计对样品进行 200 nm 到 400 nm 波长范围的全光谱扫描, 得到光波波长 λ 与紫外线透过率 $T(\lambda)$ 的图谱, 见图 1。

收稿日期: 2012-02-22

基金项目: 国家质检总局科研项目(2011IK263)

作者简介: 李锦花(1982-), 女, 江苏常州人, 宁波出入境检验检疫局技术中心工程师, 主要从事包装材料安全性的检测与研究。

表 1 参试样品及其紫外线透射比 τ_{uv}

Tab.1 The tested sample and UV transmission τ_{uv}

序号	包装材料用途	包装材料类型	紫外线透射比 $\tau_{uv}/\%$
1	膨化食品	聚丙烯	58.8
2	鱿鱼丝	聚丙烯	57.5
3	保鲜袋	聚乙烯	21.8
4	自封口袋	聚乙烯	62.9
5	保鲜膜	聚乙烯	73.8
6	Kinglight 天然维生素 E	聚丙烯	59.0
7	欧味多食品袋	聚丙烯	59.1
8	奶油蛋糕	聚丙烯	68.7
9	紫菜干	聚对苯二甲酸丁二醇酯	56.3
10	切片面包	聚丙烯	72.2
11	绿豆	聚丙烯	61.1
12	燕麦片	聚丙烯	56.2
13	蔬菜	聚丙烯	8.8
14	猪肉干	聚丙烯	22.1
15	红薯宽粉	聚丙烯	56.0
16	海苔	聚丙烯	73.0
17	酷儿果汁	聚对苯二甲酸乙二醇酯	58.2
18	食用油	聚对苯二甲酸乙二醇酯	32.5
19	康师傅绿茶	聚对苯二甲酸乙二醇酯	50.1
20	可口可乐	聚对苯二甲酸乙二醇酯	56.0
21	卤鸡腿	再生聚对苯二甲酸乙二醇酯	19.3

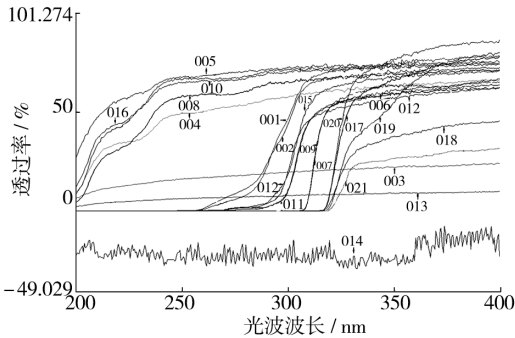


图 1 21 种透明食品包装材料的紫外透射光谱
Fig.1 UV transmittance spectrum for 21 kinds of transparent food packaging materials

1.3 透明包装材料防紫外性能的评价

参照 GB/T 2680—94 将玻璃材料的紫外线光谱透射比 $\tau(\lambda)$ 替换为文中所获得的透明包装材料的透过率 $T(\lambda)$, 根据所得试样的紫外线透射比 τ_{uv} 对透明食品包装材料的防紫外性能进行评价。

1.4 评价体系的验证

过氧化值是用来衡量油脂类食品氧化酸败程度

的指标,文中选择过氧化值作为衡量依据。根据测得的透射光谱,选择典型样品进行老化光照试验^[6]。每个样品包装装入 20 g 橄榄油,密封后置于 45 ℃、相对湿度为 70%、365 nm 的紫外光下照射,每个样品 15 份,每隔 4 d 取一次样,每次取 3 份。按照 GB/T 5009.37—2003^[7] 测定样品的过氧化值,所得数据经 Dixon 检验,舍去离群值,取平均值作为样品的过氧化值,进行数据统计和差异显著性分析,以评价不同透明包装材料包装油脂类产品时的抗紫外性能。

2 结果与讨论

2.1 21 种包装材料的透过率研究

21 种包装材料的透射光谱见图 1,由图 1 可知,按照透明包装材料对紫外线的吸收方式可以分为 3 类,第 1 类是以样品 4,5,8,10,16 为代表的透明包装材料,这类包装材料对 280~400 nm 的紫外线透过率大于 60%,同时,对 400 nm 以上的可见光区段透过率较高,即透明度较好,该类材料的防紫外线性能较差;第 2 类是以 1,2,6,7,9,12,17,18,19,20,21 为代表的透明包装材料,这类材料对 200~300 nm 的紫外区段的紫外光线吸收较强,由于自然光中的紫外线主要是 280~400 nm 的电磁波,因此,对这类包装材料的防紫外线性能的评价需要引入一定的评价体系,以衡量其防紫外线性能;第 3 类是以 3,13,14 为代表的包装材料,该类材料对 200~400 nm 的紫外线均有较大的吸收,其防紫外线性能较好,但是该类材料的透明度较差。由此可见,既具有良好的透明度,又具有较好的防紫外线性能的包装材料应该是 1,2,6,7,9,12,17,18,19,20,21。

2.2 透明包装材料的紫外线透射比 τ_{uv} 研究

根据 GB/T 2680—94,将样品各个波长的紫外线透过率 $T(\lambda)$ 替换为玻璃材料的紫外线光谱透射比 $\tau(\lambda)$,代入式(1):

$$\tau_{uv} = \frac{\int_{280}^{380} U_{\lambda} \tau(\lambda) d\lambda}{\int_{280}^{380} U_{\lambda} d\lambda} \approx \frac{\sum_{280}^{380} U_{\lambda} \tau(\lambda) \Delta\lambda}{\sum_{280}^{380} U_{\lambda} \Delta\lambda} \tag{1}$$

式中: τ_{uv} 为试样的紫外线透射比(%); U_{λ} 为紫外线辐射相对光谱分布; $\Delta\lambda$ 为波长间隔, $\Delta\lambda = 5 \text{ nm}$; $\tau(\lambda)$ 为试样的紫外线光谱透射比。

计算得各种透明包装材料的紫外线透射比,见表 1。

对照表 1 和图 1 检测结果可知,在玻璃材料的防紫外性能评价中,透射比 τ_{uv} 越小,防紫外性能越好。

2.3 老化光照研究

取第 2 类中第 7 号、18 号、21 号油脂类食品包装材料以及空白样,进行加速老化光照试验,按照 GB/T 5009.37—2003 测定的样品过氧化值见表 2。

表 2 包装材料防紫外能力对橄榄油过氧化值的影响
Tab.2 Effects of transparent UV-shielding packaging materials on peroxide value of olive oil g/(100 g)

样品	时间/d						紫外线透射比 $\tau_{uv}/\%$
	0	4	8	12	16	20	
空白样	0.02	0.08	0.17	0.50	1.42	2.68	100
7 号	0.02	0.04	0.09	0.16	0.26	0.40	59.1
18 号	0.02	0.03	0.05	0.07	0.11	0.16	32.5
21 号	0.02	0.03	0.04	0.06	0.09	0.11	19.3

由表 2 可知,在环境温度、湿度和包装袋内氧气含量相同的情况下,包装材料的紫外光透过率对含橄榄油的样品过氧化值影响明显。随着时间的延长,过氧化值逐渐变大。材料的紫外线透射比 τ_{uv} 越大,样品的过氧化值越大。

油脂的氧化反应在动力学上属于一级反应^[6],反应方程^[8]为:

$$\lg C = -Kt/2.303 + \lg C_0 \tag{2}$$

式中: C 为过氧化值(g/(100 g)); K 为速度常数; t 为时间(d); C_0 为原始过氧化值。

令: $y = \lg C, X = t$

对所测过氧化值 $\lg C$ 与储存时间 t 进行回归拟合,4 种不同包装方式下得含橄榄油样品过氧化值的动力学反应一元线性回归方程和货架寿命,见表 3。

表 3 橄榄油的货架寿命
Tab.3 Shelf life of olive oil

样品	一元线性回归方程	相关系数	货架寿命/d
空白样	$y_{空白} = 0.106\ 2x - 1.610\ 5$	0.991 4	9
7	$y_7 = 0.066\ x - 1.658$	0.991 2	15
18	$y_{18} = 0.045\ 5x - 1.686\ 7$	0.995 9	23
21	$y_{21} = 0.037\ 8x - 1.686\ 2$	0.993 3	28

由表 3 可知,4 种不同包装的样品过氧化值的对数值均与贮藏时间呈线性关系。橄榄油卫生指标过氧化值最大允许值为 0.25 g/(100 g),计算得 4 种包装下含橄榄油样品的货架保质期分别为 9,15,23,28 d。因此食品氧化酸败越慢,食品的货架寿命越长,即

内装物受紫外光照影响越小,说明包装材料对内装物的紫外线保护作用越好,即材料的抗紫外线能力越好。

在紫外光波长为 365 nm 时,7 号、18 号、21 号、空白样紫外线透射 τ_{365} 分别为 62.206%,40.515%,25.182%,100%。可知,包装材料的 τ_{uv} 越小,防紫外性能越好,食品氧化酸败的速度越慢,食品的货架寿命越长,包装材料紫外线透射比 τ_{uv} 与内装食品货架寿命成负相关的关系。因此,紫外线透射比 τ_{uv} 能正确反映材料的防紫外性。

3 结论

在式(1)中, U_λ 和 $\Delta\lambda$ 为常数项,公式 1 的分母项为常数,唯一的变量为 $\tau(\lambda)$,也是透射比,即 $\tau(\lambda)$ 越大,对紫外线的透过率越高,防紫外线性能越差,得出的 τ_{uv} 越大。

由表 1 紫外线透射比 τ_{uv} 数据,可将材料可分为 3 类。I 类紫外线透射比小于 30%,该类材料为 3,13,14;II 类包装材料的紫外线透射比大于 30%、小于 60%,该类材料为 1,2,6,7,9,12,17,18,19,20,21;III 类包装材料的紫外线透射比大于 60%,该类材料为 4,5,8,10,16。此分类与图 1 中各材料紫外透射图谱分区一致。

用紫外线透射比 τ_{uv} 作为评价体系,是由于玻璃与所测试包装材料光学性能相近,均为透明材料。研究表明,透明食品包装材料对紫外线透射比 τ_{uv} 可以反应材料的紫外线防护能力,而老化光照试验验证了选择紫外线透射比 τ_{uv} 作为透明食品包装材料的评价体系的可行性。因此,采用玻璃材料的紫外线透射比 τ_{uv} 作为透明食品包装材料防紫外性能的评价体系直观、可靠。

参考文献:

[1] 艾连峰,郭春海,葛世辉,等. 食品包装材料 HDPE 中 4 种紫外吸收剂的迁移规律研究[J]. 包装工程,2011,32(13):4—7.
AI Lian-feng, GUO Chun-hai, GE Shi-hui, et al. Research on Migration of Four Ultraviolet Absorbers from Food Contact HDPE Film into Food Simulants. [J]. Packaging Engineering, 2011,32(13):4—7.

(下转第 32 页)

- [1] NISHCHAL N K, JOSEPH J, SINGH K. Fully Phase Encryption Using Digital Holography[J]. Opt Eng, 2004, 43(12): 2959—2966.
- [2] XU L, PENG X, GUO Z, et al. Imaging Analysis of Digital Holography[J]. Opt Express, 2005, 13(7): 2444—2452.
- [3] TAKAI N, MIFUNE Y. Digital Watermarking by a Holographic Technique[J]. Appl Opt, 2002, 41(5): 865—873.
- [4] KISHK S, JAVIDI B. 3D Watermarking by a 3D Hidden Object[J]. Opt Express, 2003, 11(8): 874—888.
- [5] KISHK S, JAVIDI B. Information Hiding Technique with Double Phase Encoding[J]. Appl Opt, 2002, 41(26): 5462—5470.
- [6] JAVIDI B, NOMURA T. Securing Information by Use of Digital Holography[J]. Opt Lett, 2000, 25(1): 28—30.
- [7] 孙刘杰, 庄松林. 基于加密傅里叶变换全息印刷防伪技术研究[J]. 光学仪器, 2006, 28(1): 69—73.
SUN Liu-jie, ZHUANG Song-lin. Study on Identification Mark of Encrypted Fourier Holography[J]. Optical Instruments, 2006, 28(1): 69—73.
- [8] 孙刘杰, 庄松林. 双随机相位加密同轴傅里叶全息水印防伪技术[J]. 光学学报, 2007, 27(4): 621—624.
- [9] 刘真, 丁盈盈. 一种优化的基于 DWT 的抗打印扫描的数字水印算法[J]. 包装工程, 2011, 32(11): 93—99.
LIU Zhen, DING Ying-ying. An Optimized and DWT Based Printing and Scanning Resistant Watermark Algorithm[J]. Packaging Engineering, 2011, 32(11): 93—99.
- [10] ANJA Keskinarkaus, ANU Pramila, TAPIO Seppanen, et al. Wavelet Domain Print-scan and JPEG Resilient Data Hiding Method[J]. Lecture Notes in Computer Science, 2006, 4283: 82—95.
- [11] MEERWALD P, UHL A. A Survey of Wavelet-domain Watermarking Algorithms[C]//Proceedings of SPIE. Electronic Imaging, Security and Watermarking of Multimedia Contents III, San Jose, 2001.
- [12] TAKAI N, MIFUNE Y. Digital Watermarking by a Holographic Technique[J]. 2002, 41(5): 865—873.
- [13] 杜鹏超. 抗印刷和扫描的数字水印技术研究[D]. 北京: 电子科技大学, 2003.
DU Peng-chao. The Research of Print-scan Resistant Digital Watermarking Technology[D]. Beijing: University of Electronic Science and Technology, 2003.

(上接第 12 页)

- [2] 张蕾. 包装材料透光性对油炸食品氧化酸败的影响[J]. 包装工程, 2004, 25(1): 47—48.
ZHANG Lei. The Effects of Transparency of Packaging Materials on Oxidative Rancidity of Fry[J]. Packaging Engineering, 2004, 25(1): 47—48.
- [3] 贾兆阳. 具有阻隔紫外线功能透明塑料材料在食品包装上的应用研究[J]. 包装工程, 2006(6): 31—33.
JIA Zhao-yang. Application of Transparent UV Obstructing Plastic in Food-packaging[J]. Packaging Engineering, 2006(6): 31—33.
- [4] 贾兆阳, 韩永生. 屏蔽紫外线 LDPE 透明包装薄膜的光学设计及其在油脂食品包装上的应用[J]. 包装工程, 2007, 28(2): 7—9.
JIA Zhao-yang, HAN Yong-sheng. Optical Design of Transparent UV Shielding LDPE Packaging Film[J]. Packaging Engineering, 2007, 28(2): 7—9.
- [5] GB/T 2680—94, 建筑玻璃 可见光透射比、太阳光直接透射比、太阳能总透射比、紫外线透射比及有关窗玻璃参数的测定[S].
GB/T 2680—94, Determination of Light Transmittance, Solar Direct Transmittance, Total Solar Energy Transmittance and Ultraviolet Transmittance for Glass in Building and Related Glazing Factors[S].
- [6] 张逸珍. 动力学方法在谷物食品贮存期预测上的应用[J]. 食品科学, 1996, 17(7): 60—62.
ZHANG Yi-zhen. Application of the Dynamics Method on the Forecast of the Cereal Storage[J]. Food Science, 1996, 17(7): 60—62.
- [7] GB/T 5009. 37—2003, 食用植物油卫生标准的分析方法[S].
GB/T 5009. 37—2003, Method for Analysis of Hygiene Standard of Edible Oils[S].
- [8] 张佳程, 师进生. 食品物理化学[M]. 北京: 中国轻工业出版社, 2007.
ZHANG Jia-cheng, SHI Jin-sheng. Food Physical Chemistry[M]. Beijing: China Light Industry Press, 2007.