

LDPE/LLDPE/EVA 三元共混膜的力学性能和摩擦性能研究

郭鑫, 郭玉花, 黄震, 刘姗姗, 计宏伟

(天津商业大学, 天津 300134)

摘要:以低密度聚乙烯(LDPE)和线性低密度聚乙烯(LLDPE)作为基础物质,添加乙烯-醋酸乙烯酯共聚物(EVA),吹制保鲜膜,研究了保鲜膜的力学性能和摩擦性能。研究表明,复合膜的拉伸强度、伸长率、耐戳穿强度和撕裂强度随着 EVA 含量的增加,总体呈下降趋势,摩擦系数则逐渐上升。

关键词:聚乙烯; 乙烯-醋酸乙烯酯共聚物; 拉伸强度; 摩擦系数

中图分类号: TB484.3; TB487 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-3563(2012)21-0067-03

Study on Mechanical and Friction Performance of LDPE/LLDPE/EVA Blend Film

GUO Xin, GUO Yu-hua, HUANG Zhen, LIU Shan-shan, JI Hong-wei

(Tianjin University of Commerce, Tianjin 300134, China)

Abstract: Low density polyethylene(LDPE) and linear low density polyethylene(LLDPE) were used as basic materials, and ethylene vinyl acetate copolymer(EVA) were added into them to blow fresh-keeping films. The mechanical and friction performance of the films were studied. The results showed that with increase of EVA content, the tensile strength, elongation, puncture resistance strength and tear strength decrease, but the coefficient of friction increases.

Key words: polyethylene; ethylene vinyl acetate copolymer; tensile strength; coefficient of friction

聚乙烯(PE)膜具有优良的透明性、韧性、拉伸强度和伸长率,尤其具有优异的透气性和气体选择性能,被广泛应用于果蔬保鲜袋^[1-5]。乙烯-醋酸乙烯酯共聚物(EVA)是一种无毒聚合物,具有耐应力开裂性好、弹性突出、伸长率高的特点,经常用作缠绕薄膜,其透气性好,适用于保鲜包装^[6-7]。PE 与 EVA 在分子链的结构上较为相似,因此,相容性较好。用 EVA 作改性剂,可以提高 PE 的挠曲性和耐环境应力开裂性^[8]。

笔者以 LDPE 和 LLDPE(质量比为 80:20)作为基础物质,添加不同比例的 EVA,吹制保鲜膜,研究保鲜膜的力学性能和摩擦性能。

1 实验

1.1 材料

材料:LDPE(LD-163),燕山石油化工有限公司;LLDPE(FV-149M),韩国 SK 公司;EVA(EMB 01027A),法

国 Arkema 公司。

1.2 设备

设备:双螺杆挤出造粒机(LTE-26-23), LABTECH 公司;塑料挤出机(SJ35X26/FM650),大连塑料机械厂;智能电子拉力实验机(XLW-200N),济南兰光机电技术发展中心;塑料薄膜抗摆锤冲击试验机(BCJ-3A),吉林省泰和试验机有限公司;摩擦系数测定仪(XM-2),承德实验机厂。

1.3 配方设计

材料配方见表 1。

表 1 材料配方
Tab.1 Formula of the material

编号	质量分数/%		
	LDPE	LLDPE	EVA
E0	80	20	0
E5	76	19	5
E10	72	18	10
E15	68	17	15
E20	64	16	20

收稿日期: 2012-08-08

作者简介: 郭鑫(1990-),女,内蒙古人,天津商业大学硕士生,主攻食品包装。

通讯作者: 郭玉花(1973-),女,河北泊头市人,博士,天津商业大学副教授,主要研究方向为阻燃材料及功能性保鲜材料。

1.4 相关标准

相关标准:塑料薄膜拉伸性能试验方法(GB 13022—91);塑料薄膜抗摆锤冲击试验(GB/T 8809—1988);薄膜的撕裂性能测定(GB/T 16578—1996);薄膜摩擦系数的测定(GB/T 10006—1997)。

1.5 工艺流程

工艺流程见图 1。

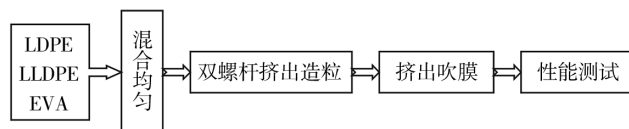


图 1 工艺流程

Fig. 1 Technological process

2 结果与讨论

分别进行常温(23 ℃)和冷冻(-10 ℃)条件下的测试。

2.1 拉伸性能

拉伸性能使用智能电子拉力实验机测试,拉伸速度为 200 mm/min,结果见图 2。由图 2 可以看出,当

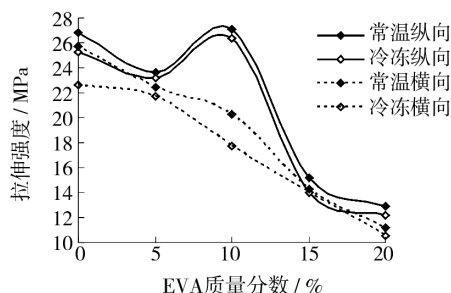


图 2 共混膜拉伸强度测试结果

Fig. 2 Tensile strength of the blended film

EVA 质量分数为 10% 时,膜的纵向拉伸强度达到最大值。膜的横向拉伸强度随 EVA 质量分数的增加而逐渐下降。PE/EVA 共混赋予 PE 更优良的柔韧性、加工性。当 PE 与 EVA 共混时,由于 EVA 的长分子链规整性较 PE 差,结晶度较 PE 下降,分子链更容易运动,分子间力减弱,所以,添加 EVA 降低了膜的拉伸强度。因为 EVA 与 PE 的相容性很好,在 EVA 质量分数为 10% 时,出现了“补强”作用,纵向拉伸强度出现一个最大值。

2.2 伸长率

膜的伸长率随 EVA 质量分数的变化见图 3。可

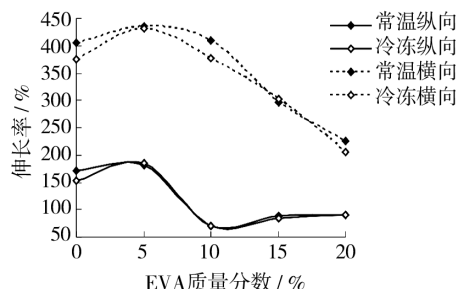


图 3 共混膜伸长率测试结果

Fig. 3 Elongation test results of the blended film

见,伸长率当 EVA 质量分数为 5% 时取得最大值,其后随之下落;纵向伸长率则总体呈现下降趋势。膜低温时的伸长率比常温时稍微差,这是因为低温时,分子链运动能力下降所致。

2.3 耐戳穿强度

膜的耐戳穿性能使用塑料薄膜抗摆锤冲击试验机测试,冲头尺寸为 $\phi 12.7$ mm。由图 4 可见,膜的耐

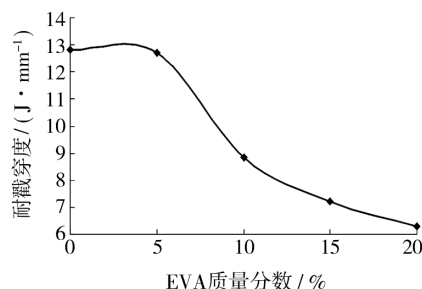


图 4 共混膜耐戳穿强度测试结果

Fig. 4 Puncture resistance strength test results of the blended film

戳穿强度随着 EVA 质量分数的增加而减小。

2.4 撕裂强度

膜的纵向撕裂强度见图 5。可以看出,随着 EVA

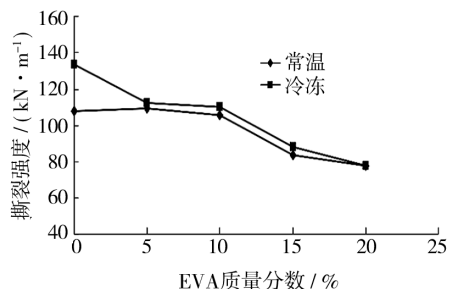


图 5 共混膜的纵向撕裂强度

Fig. 5 Longitudinal tear strength of the blended film

质量分数的继续增加,撕裂强度呈递减趋势。还可以看出,低温试样的撕裂强度要好于常温试样的撕裂强度。

横向撕裂强度随着 EVA 质量分数的增加,同样呈递减趋势,见图 6。曲线在 EVA 质量分数为 10%

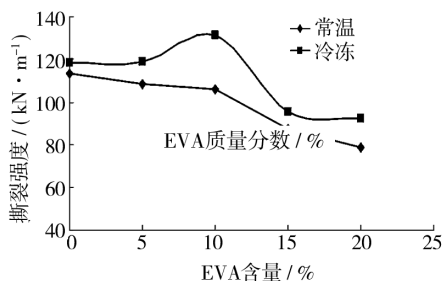


图 6 共混膜的横向撕裂强度

Fig. 6 Cross tear strength of the blended film

时达到最大值,这可能是因为 EVA 与 PE 的相容性很好,在 EVA 质量分数为 10% 时,出现了“补强”作用。冷冻后试样的撕裂性能好于常温下试样的撕裂强度。

可知,加入 EVA 并没有使撕裂强度得到改善。原因是 EVA 是长支链聚合物,分子取向度和结晶度较低,因此分子链活动的自由体积较大,分子间力较弱。LDPE 也是长支链聚合物,分子结构与 EVA 相似,但 LDPE 具有较大的结晶度。LLDPE 是短支链聚合物,它的大分子链排列较为整齐,取向度和结晶度较高,分子间的自由体积较小,分子间作用力较大。当 PE 与 EVA 共混时,由于 EVA 的长分子链规整度下降,结晶度较 PE 均下降,分子链更容易运动,分子间力减弱,材料的强度较 PE 低。所以,在 LDPE/LLDPE 中添加 EVA 降低了复合膜的撕裂强度。

2.5 摩擦性能

共混膜的摩擦系数见图 7。可以发现,随着 EVA

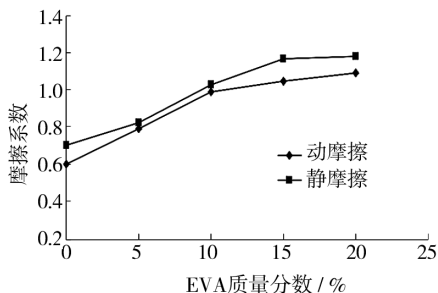


图 7 共混膜的摩擦系数

Fig. 7 Coefficient of friction of the blended film

质量分数的增加,动、静摩擦系数总体上呈递增趋势,说明 EVA 的加入对摩擦系数的影响很大。这可能是由于 EVA 为高弹性材料,聚合物分子链运动容易,在料筒内挤出口模前受到拉伸力以及法向应力的作用。EVA 分子链取向严重。挤出口模后,由于分子链运动容易,因此取向明显,造成挤出膜表面不光滑。随着 EVA 质量分数的增加,这种效应越发明显,因此,动、静摩擦系数随 EVA 的添加而逐渐提高。

3 结论

以聚乙烯为基础物质,添加 EVA 制备保鲜膜,研究表明,随着 EVA 质量分数的增加,复合膜的拉伸强度、伸长率、耐戳穿强度和撕裂强度总体呈下降趋势,但是膜的摩擦系数上升。

参考文献:

- [1] 赵继荣, 雒淑珍. 人参果采后聚乙烯膜包装贮藏研究[J]. 北方园艺, 2011(15): 198-200.
ZHAO Ji-rong, LUO Shu-zhen. The Study of PE Packing on Pepino Postharvest Storage[J]. Northern Horticulture, 2011(15): 198-200.
- [2] JEONG Euigyung, BAE Tae-Sung. Surface Characteristics of Low-density Polyethylene Films Modified by Oxyfluorination-assisted Graft Polymerization[J]. Colloids and Surfaces A: Physicochemical and Engineering Aspects, 2011, 373(1): 36-41.
- [3] MOEZ A Abdel, ALY S S, et al. Effect of Gamma Radiation on Low Density Polyethylene (LDPE) Films: Optical, Dielectric and FTIR Studies[J]. Spectrochimica Acta Part A: Molecular and Biomolecular Spectroscopy, 2012(93): 203-207.
- [4] 黄爱宾, 罗春日. 壳聚糖/聚乙烯醇共混膜用于草莓保鲜的研究[J]. 化工新型材料, 2011, 39(11): 55-56.
HUANG Ai-bin, LUO Chun-ri. Chitosan/PVA Blend Films for the Preservation of Strawberry[J]. New Chemical Materials, 2011, 39(11): 55-56.
- [5] 杨瑞平, 姚建民. 聚乙烯果蔬气调保鲜袋对冬枣的保鲜效果试验研究[J]. 山西果树, 2011(2): 7-8.
YANG Rui-ping, YAO Jian-min. Fresh-keeping Effect of PE Fruit-vegetable Air-conditioning Fresh-preservation Bag on Jujube[J]. Shanxi Fruits, 2011(2): 7-8.

发展方向,并在现代军事物流保障中居于主导地位,广泛使用托盘作为主要的单元化集装器具有不可比拟的优势^[8]。对形状各异、大小、数量不一的多品种器材应用标准托盘进行基数组套包装,具有良好的军事经济性,对提升战储车辆器材的保障能力,实现新旧储运模式转换具有重要的现实意义。

参考文献:

- [1] 张春和. 军品包装标准化途径和方法探讨[M]. 北京:军事科学出版社,2010.
ZHANG Chun-he, et al. Study on Military Packaging Standardized Way and Method [M]. Beijing: Military Science Press, 2010.
- [2] 彭国勋. 物流运输包装设计[M]. 北京:印刷工业出版社,2006.
PENG Guo-xun. Packaging Design of Logistic Transportation [M]. Beijing: Graphic Communications Press, 2006.
- [3] 张春和. 战储装备器材长效综合防护包装技术探讨[J]. 包装工程, 2011, 32(23): 26-28.
ZHANG Chun-he. Research on Long-term Effective and Comprehensive Protection and Packaging Method of Warfare Miscellaneous Equipment [J]. Packaging Engineering, 2011, 32(23): 26-28.

- [4] 张春和. 军用车辆器材防护与包装[M]. 天津:军事交通学院,2007.
ZHANG Chun-he. Protection and Packaging of Military Vehicle Equipment [M]. Tianjin: Academy of Military Transportation, 2007.
- [5] 彭彦平, 王晓敏. 物流与包装技术[M]. 北京:中国轻工业出版社,2004.
PENG Yan-ping, WANG Xiao-min. Logistics Packaging Technology [M]. Beijing: China Light Industry Press, 2004.
- [6] 张春和. JY7 型器材集装箱配套装箱方案论证报告[R]. 天津:军事交通学院,2008.
ZHANG Chun-he. Demonstration Report of JY7 Type Equipment Container Set-forming Packaging Project [J]. Tianjin: Academy of Military Transportation, 2008.
- [7] 陆佳平. 包装标准化与质量法规[M]. 北京:印刷工业出版社,2007.
LU Jia-ping. Packaging Specification and Quality Regulations [M]. Beijing: Graphic Communications Press, 2007.
- [8] 张春和. 车辆战备器材包装单元化与系列化研究[J]. 天津:军事交通学院,2009.
ZHANG Chun-he. Research on Packaging Unitized and Serialization of Prepared Vehicle Equipment [J]. Tianjin: Academy of Military Transportation, 2009.

(上接第 59 页)

- [4] 张明慧. 红外水分测定仪原理及应用范围[J]. 衡器, 2008(1): 13-15.
ZHANG Ming-hui. Principle and Application Scope of Infrared Water Content Measuring Instrument [J]. Weighing Apparatus, 2008(1): 13-15.
- [5] 李合生. 基于植物生理生化实验原理和技术[M]. 北京:高等教育出版社,2000.
LI He-sheng. Based on the Physiological and Biochemical Experiment Plant Principle and Technology [M]. Beijing: Higher Academic Press, 2000.
- [6] BEN-YEHOSHUA S. Individual Seal-packaging of Fruits and Vegetables in Plastic Film a New Postharvest Technique

[J]. Hort-sience, 1985, 20: 32-37.

- [7] 陈青莲, 彭洁, 艾卫涛. 不同烘制温度对山楂有机酸含量及胃肠推进功能的影响[J]. 湖北中医学院学报, 2000(1): 333.
CHEN Qing-lian, PENG Jie, AI Wei-tao. Influence or Baking Temperature on Organic Acid and Gastrointestinal Propulsive Action in Frutus Crataegi [J]. Journal of Hubei College of Traditional Chinese Medicine, 2000(1): 333.
- [8] SB/T 10057—92, 山楂糕、条、片中华人民共和国行业标准[S].
SB/T 10057—92, The People's Republic of China Industry Standard-Haw Jelly, Article Hawthorn & Haw Flakes [S].

(上接第 69 页)

- [6] WANG Bi-bo, WANG Xiao-feng, et al. Effect of Vinyl Acetate Content and Electron Beam Irradiation on the Flame Retardancy, Mechanical and Thermal Properties of Intumescent Flame Retardant Ethylene-vinyl Acetate Copolymer [J]. Radiation Physics and Chemistry, 2012, 81(3): 308-315.
- [7] CAMINO G, MAFFEZZOLI A, et al. Effect of Hydroxides and Hydroxycarbonate Structure on Fire Retardant Effec-

tiveness and Mechanical Properties in Ethylene-vinyl Acetate Copolymer [J]. Polymer Degradation and Stability, 2001, 74(3): 457-464.

- [8] LIU Zhong-yang, JIN Jing, et al. Effect of Crystal form and Particle Size of Titanium Dioxide on the Photodegradation Behaviour of Ethylene-vinyl Acetate Copolymer/Low Density Polyethylene Composite [J]. Polymer Degradation and Stability, 2011, 96(1): 43-50.