



缓冲包装对甜瓜静载损伤影响的分析

呼英俊, 刘宏伟

(天津科技大学机械工程学院, 天津 300222)

摘要: 通过对甜瓜在不同条件下采用缓冲材料包装前后的静载压缩实验以及缓冲材料的拉伸实验, 分别获得了甜瓜裸果和缓冲包装后的压缩特性及缓冲材料的拉伸特性. 结果表明: 采用缓冲材料能明显改善甜瓜果实受压过程中的变形情况; 缓冲材料 EPS 的纵向拉伸强度高于 EPE, 在相同加载速率下, 使用 EPS 薄膜作为缓冲包装材料时, 果实受压的最大屈服极限比使用 EPE 时增加了 20%, 且果实的受损情况明显减小. 实验分析可为防止和减轻甜瓜在储运中由于挤压等机械胁迫造成的损伤而进行的缓冲包装设计提供一定的理论依据.

关键词: 缓冲包装; 甜瓜; 压缩; 拉伸

中图分类号: TQ437⁺.2; TS801.41

文献标志码: A

文章编号: 1672-6510(2010)05-0038-03

Analysis on the Effect of Cushion Packing on Anti-Pressing Properties of Muskmelon under Static Loading

HU Ying-jun, LIU Hong-wei

(College of Mechanical Engineering, Tianjin University of Science & Technology, Tianjin 300222, China)

Abstract: Both the pressing curves and the strength curves of cushion materials were obtained respectively through of muskmelon under loading. The results show that cushion material may obviously reduce the damage degree of muskmelon compressed; on the same loading condition, the longitudinal strength intensity of the EPS material is superior to that of the EPE material. The max yield-limit values of muskmelon fruits compressed with EPS material packing is 20% higher than that with EPE material. The analysis may provide theory basis for the cushion packing design to prevent and reduce the fruit's damage during storage and transportation process.

Keywords: cushion packaging; muskmelon; compression; strength

甜瓜受地区气候影响严重且极不耐储运, 瓜农承受着自然与市场的双重风险. 针对此问题国内外在解决实际储运中所遇到的品质改变、机械损伤问题已有详细报道, 但在具体解决措施上没有做进一步定量的研究. 借鉴前人对缓冲材料的强度、刚性、韧性和弹性的研究^[1-6], 采用缓冲材料对甜瓜进行包装, 是减轻储运中由于挤压、冲击而造成甜瓜损伤的有效措施之一.

本文旨在通过对甜瓜在不同条件下进行静载压缩实验, 分析采用缓冲材料包装前后甜瓜的压缩特性, 对防止和减轻甜瓜在储藏、运输和销售中由于挤压等机械胁迫而造成的损伤有一定指导意义, 同时为

缓冲包装设计提供一定的理论依据.

1 材料与方法

1.1 样品的采集与仪器

甜瓜样品为“伊丽莎白”, 属于非网纹状的厚皮甜瓜品种. 选择个体完整、外形匀称、直径为 130 ~ 140 mm、质量为 0.85 ~ 0.95 kg、无损伤、无病虫害的成熟果实.

缓冲材料为发泡聚乙烯 (EPE) 和发泡聚苯乙烯 (EPS), 厚度分别为 0.23 mm 和 0.24 mm.

用 5 层瓦楞纸自制高约 150 mm 的正方形瓦楞

纸箱,其性能测定结果见表1.

表1 自制瓦楞纸箱的性能参数

Tab.1 Property index of self-made corrugated box

破裂强度/ kPa	戳穿强度/J	边压强度/ (N·m ⁻¹)	含水率/%
2 156	12.74	0.83	10±2

实验仪器:WSM-10K 计算机控制的万能试验机,长春智能仪器设备有限公司;GY-1 型果实硬度计,牡丹江市机械研究所.

1.2 方法

根据甜瓜的果肉脆嫩具有明显黏弹性以及实际储运等情况,选择果实硬度、受压部位等作为实验因素,果实硬度根据实际测得值划分为硬($>11.6 \times 10^5 \sim 12.6 \times 10^5$ Pa)、中硬($>10.6 \times 10^5 \sim 11.6 \times 10^5$ Pa)、软($9.6 \times 10^5 \sim 10.6 \times 10^5$ Pa). 压缩实验采用平板压头型式,实验在通风良好的室温环境下进行. 为了减少实验误差,同一实验重复6次. 对择优甜瓜样品采用EPE、EPS包装后,装入自制的高约150 mm的正方形瓦楞纸箱中,用胶带纸加封. 对采用40 mm/min的加载速度所获得的压缩特性曲线进行对比,以完整形态果实受压时的生物屈服极限 F_y 、变形能 U_y 、破坏极限 F_b 和破坏能 U_b 等方面进行机械特性的分析. 生物屈服极限 F_y 为力-变形曲线中生物屈服点S对应的载荷值,变形能 U_y 是描述物料受压特性的参数,为确定物料允许变形和变形时吸收能量的大小提供依据,其数值为生物屈服点下方变形曲线与横坐标围成的面积.

采用WSM-10K 计算机控制万能试验机测定EPS薄膜与EPE网套的纵向拉伸强度,拉伸速度为20 mm/min.

2 结果与分析

2.1 硬度对压缩特性的影响

图1为在果实大小、加载速度相同、且均为裸果的条件下,不同硬度甜瓜受压后的力-变形曲线,曲线的斜率越大,变形随力的变化越小,表明甜瓜的抗压能力越强,反之,则抗压能力越弱. 由图1可知,硬度较小的样品受压后的变形率较大,且较早出现生物屈服点,进入屈服状态,但变形率差别不明显. 从破裂情况看,硬度最大的样品破裂点出现最晚,对应的破裂极限值最大. 果实硬度可间接反映果实的成熟度,硬度值越小,表明果实的成熟度越高,其微观组织越易发生表面破裂.

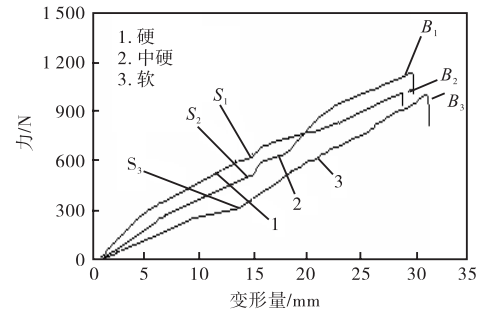


图1 不同硬度压缩特性的力-变形曲线

Fig.1 Force-deformation curve of different hardness

2.2 不同部位对压缩特性的影响

图2为甜瓜不同部位受压的压缩特性曲线. 在压缩的过程中,加载的初始阶段变形无任何规律,随着加载的继续,果梗横向放置的试样出现第一个拐点 S_3 ,即生物屈服点,依次为 S_2 、 S_1 ,即生物屈服力最大的是果梗向上摆放的试样,最后是果梗横向摆放的试样. 继续加载,出现了峰值点,即破裂点,依然是 S_3 、 S_2 、 S_1 ,且破裂力最大的还是果梗向上的甜瓜,而果梗横向的甜瓜具有明显的低破裂点.

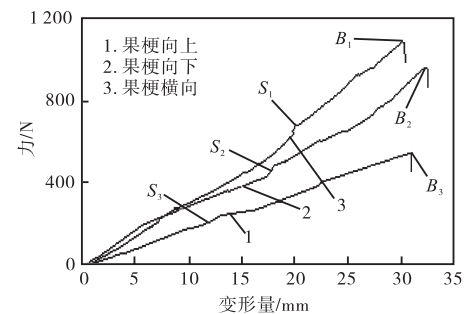


图2 不同部位果实的压缩特性曲线

Fig.2 Force-deformation curve of different site

2.3 缓冲材料对甜瓜压缩特性的影响

图3是对甜瓜采用缓冲材料包装前后的压缩特性曲线. 如图所示,在相同的加载速度下,用缓冲材料的包装箱比没有缓冲材料的包装箱要有优势,包装箱内装有缓冲材料的果实与没有缓冲材料的果实相比,前者受压的最大屈服极限比后者提高了20%~40%,且在相同的载荷下,前者的变形量较后者要小得多. 缓冲材料通过泡孔中的气体滞流和压缩作用来吸收逸散能量,具有优异的抗压吸能性能,从而起到了减振缓冲、保护甜瓜的作用. 从图中可以看出,在相同加载速度下,EPS和EPE薄膜分别作为缓冲包装材料时,前者果实受压的最大屈服极限比后者增加了约20%,且果实的受损情况明显减小. 说明EPS是具有较好抗压和复原性能的弹性材料,可用作果蔬理想的缓冲包装材料.

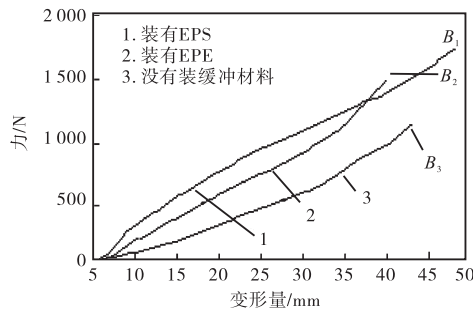


图3 缓冲材料对压缩特性的影响

Fig.3 Force-deformation curve of different cushion packaging

2.4 缓冲材料拉伸性能分析

图4为对两种材料的拉伸性能测试结果.

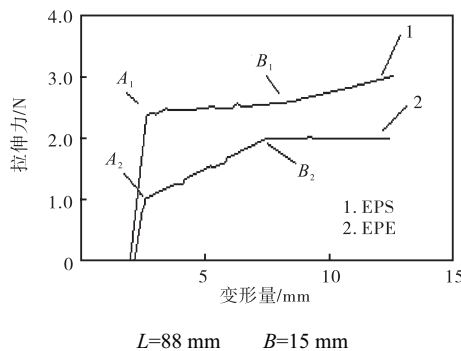


图4 纵向拉伸力-变形曲线

Fig.4 Longitudinal tensile strength-deformation curve

由图4可以看出,EPE和EPS纵向拉伸时,曲线明显分为两部分:线性变形区和塑性变形区.开始时试样不受力,试样由自由状态逐渐变为绷紧状态,此后进入线性变形阶段,自 A_1 、 A_2 进入塑性变形区,在第一个塑性变形阶段材料发生屈服,可以看出 A_1 明显高于 A_2 .这说明EPS的纵向拉伸强度高于EPE.在拉伸的过程中,随着夹具之间距离的增大,试样标线之间的薄膜在宽度上逐渐变小.在标线以内不断形成多个新的应力集中场,不断出现新的局部变形,出现新的损伤场,塑性变形直到断裂.薄膜的变形位置及断裂位置与损伤场面积的大小和形状有关,在单位面积上承受最大拉力处首先变形.再者,这两种材料的力学性能与材料本身的微观结构和化学组

成密切相关,EPS分子质量大于EPE,其分子间内聚力大,分子间的引力增强,宏观表现为EPS薄膜的整体物理机械性能提高,拉伸强度提高、撕裂强度提高.

3 结论

(1)甜瓜的硬度对压缩实验有较大影响,随着硬度的增大,其抗压能力增强,破裂极限值增大,不易较早地进入损伤状态,对这样的甜瓜进行缓冲包装可延长其货架期.

(2)当甜瓜果梗向上承压时,其抗压能力最强,因此装箱时适宜果梗向上摆放.

(3)果实在装有缓冲材料的包装中受压时,与在没有缓冲材料的包装中相比,其最大屈服极限提高了20%~40%,明显改善果实受压过程中的变形情况;EPS薄膜包装箱与EPE薄膜包装箱中甜瓜果实受压情况相比,前者的最大屈服极限比后者增加了约20%,且EPS薄膜的变形恢复率高.

(4)EPS的纵向拉伸强度高于EPE,这与材料本身的微观结构有关,宏观表现为物理机械性能、撕裂强度均较高,用作缓冲材料时在很大程度上可减轻果实在堆积、装卸等流通环节中机械胁迫导致的损伤.

参考文献:

- [1] 杨晓清,王春光.河套蜜瓜机械特性与静载损伤关系的研究[J].农业工程学报,2008,24(3):31-37.
- [2] 徐树来,张守勤.高压处理蒜薹力学特性的研究[J].农业工程学报,2002,18(5):202-205.
- [3] 王荣,魏德强,焦群英.葡萄果实在压缩载荷作用下的力学模型[J].农业工程学报,2006,22(10):26-30.
- [4] 于新,李竞,张维一.哈密瓜常温保鲜贮运技术研究[J].农业工程学报,2002,18(5):187-192.
- [5] Zhu Xinhua, Melrose J R. Time-dependent aspects of the mechanical properties of plant and vegetative tissues [J]. Journal of Materials Science, 2003, 38(11):2489-2498.
- [6] 刘进华,李大纲,张立芳.加载速率对低密度聚乙烯薄膜拉伸性能的影响[J].包装工程,2005,26(5):91-93.