

物流保鲜

淀粉复合膜包装对樱桃贮藏品质的影响

贾瑞, 赵路苹, 王文涛, 侯汉学, 董海洲, 张锦丽

(山东农业大学 食品科学与工程学院, 泰安 271018)

摘要: **目的** 研究淀粉复合膜包装贮藏樱桃过程中, 复合膜扎孔对樱桃保鲜的影响。**方法** 以“美早”樱桃果实为实验材料, 采用淀粉复合膜密封聚丙烯硬质塑料盒包装樱桃, 研究贮藏期间复合膜不扎孔、扎5孔、扎10孔、扎15孔、扎30孔等时对冷藏樱桃果实主要品质指标的影响。**结果** 在樱桃果实贮藏20 d内, 无孔包装与微孔包装樱桃果实品质无显著性差异 ($p>0.05$); 贮藏20天后, 扎10孔和15孔包装的樱桃果实品质下降速度显著 ($p<0.05$), 低于其他微孔包装; 在贮藏40 d后, 扎10孔包装可以显著 ($p<0.05$) 延缓樱桃果实好果率、可溶性固形物、Vc含量、硬度等指标的下降。**结论** 对保持樱桃果实在贮藏期间的品质而言, 选用扎10孔或15孔的淀粉复合膜包装, 在 $(0\pm 0.5)^\circ\text{C}$, 相对湿度90%~93%, 不使用任何其它保鲜措施的情况下, 可使樱桃贮藏期延长到60 d以上, 好果率最高可达到85.9%。

关键词: 樱桃; 微孔; 贮藏; 淀粉膜; 保鲜; 品质

中图分类号: TB485.2 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-3563(2018)11-0048-06

DOI: 10.19554/j.cnki.1001-3563.2018.11.009

Effects of Starch-based Composite Film on Storage Quality of Cherry

JIA Rui, ZHAO Lu-ping, WANG Wen-tao, HOU Han-xue, DONG Hai-zhou, ZHANG Jin-li
(College of Food Science & Engineering, Shandong Agricultural University, Taian 271018, China)

ABSTRACT: The work aims to study the effect of perforation in starch-based composite film on cherry preservation during storage period. Fresh “Meizao” cherries were selected as experimental materials, and then put into hard polypropylene plastic box sealed with starch-based composite films. One of the experimental groups was non-perforated, while other experimental groups were respectively perforated in order to obtain 5, 10, 15 and 30 holes during storage. The effect of such non-perforation and perforation on the main quality indicators for cherries under cold storage was studied. As a result, there was no significant difference in the quality of cherries with the non-perforated and micro-perforated packages during 20 days ($p>0.05$) for cherry fruit preservation. The 10 holes and 15 holes of the packages could significantly reduce the rate of decay of the cherry fruit ($p<0.05$) after storage for 20 days, lower than other micro-perforated packages. The decline of the good fruit rate, total soluble solid content, Vc content, firmness and other indicators was delayed remarkably when cherries were preserved by micro-perforated package with 10 holes ($p<0.05$) after storage for 40 days. For the preservation quality during the storage, the cherry fruit packaged with starch-based composite films in 10 holes or 15 holes without any other preservation measures enabled the storage period of cherries to be extended to over 60 days and the highest good fruit rate to be 85.9% under the conditions of $(0\pm 0.5)^\circ\text{C}$ and relative humidity of 90%~93%.

KEY WORDS: cherry; micro-perforated; storage; starch-based film; preservation; quality

樱桃 (*Prunus avium* L.) 果实的果汁丰富, 颜色鲜亮, 风味鲜美, 具有很高的营养价值。由于樱桃成熟期集中在夏季, 气温较高, 采后果实易腐烂变质,

在常温下贮藏3~5 d就会失去商品价值, 因此研究樱桃的贮藏保鲜技术, 延长樱桃的保质期对樱桃产业的发展有着重要的意义^[1-2]。目前, 除气调包装^[3-4]和

收稿日期: 2018-01-21

基金项目: 国家科技支撑计划(2015BAD16B05-03)

作者简介: 贾瑞(1992—), 女, 山东农业大学硕士生, 主攻淀粉基生物降解塑料包装。

通信作者: 张锦丽(1974—), 女, 博士, 山东农业大学副教授、硕导, 主要研究方向为食品生物技术。

自发气调包装^[5-6]广泛应用于水果的贮藏保鲜外，微孔膜包装技术在国内也越来越成熟，对食品保鲜起到了巨大的作用^[7]。Rivera 等人研究了采用聚丙烯微孔膜对松露进行保鲜可以有效减小松露的质量损失率和感染微生物的数量，从而保持良好的硬度和质地^[8]。Cliff 等人采用聚烯烃微孔膜来包装保鲜苹果切片，其各项指标优于普通包装^[9]。由于大量传统聚烯烃类包装膜废弃后可导致严重的环境污染^[10]，因此全降解包装材料结合微孔体系的开发和应用研究就迫在眉睫。

在众多的全降解包装膜中，淀粉膜具有成本低廉、易降解、气体阻隔性好等优点，被认为是最有发展前景的食品包装材料。利用淀粉复合膜结合微孔体系，通过均衡自发气调包装保鲜樱桃的研究还未见报道，因此，文中在采用淀粉复合膜包装樱桃过程中，采取扎微孔的方式使包装内部形成一个自发气调环境，以考察微孔数量对樱桃果实保鲜的效果，从而为樱桃保质保鲜提供安全、绿色的包装材料和技术。

1 实验

1.1 材料

1) 美早樱桃。购自山东泰安市天宝镇樱桃园，采摘新鲜饱满、大小一致、成熟度一致的樱桃。采收后立即置于温度 (0±0.5)℃、相对湿度 90%~93% 的冷库中预冷 24 h，挑选无机械损伤、无病虫害的美早樱桃作为实验原料。

2) 淀粉复合膜。采用山东农业大学食品学院自制的淀粉复合膜(淀粉添加聚乙烯醇和聚乳酸采用挤压吹塑法复合而成)，厚度为 (50±2) μm。将复合膜剪成 400 mm×300 mm 大小备用，淀粉复合膜各项性能参数见表 1。

3) 扎孔针。购买于苏州医疗用品厂有限公司，材质为 0Cr18Ni9 不锈钢，直径为 160 μm，长度为 13 mm。

4) 密封硬质塑料盒。材质为聚丙烯，长×宽×高为 280 mm×220 mm×80 mm，将塑料盒配套的乐扣盖挖去大小为 250 mm×190 mm 的长方形后备用。

1.2 实验处理

为了防止在运输和销售过程中造成樱桃果肉的机械伤害，文中采用聚丙烯硬质塑料盒盛放樱桃，每

个盒盛放 1.5 kg 樱桃。实验共分为 6 个处理组，无封口包装作为对照组 (CK)；实验组采用淀粉复合膜覆盖盒顶后，用挖去的乐扣盖扣紧密封聚丙烯塑料盒，定期测定各盒中的气体浓度。当盒中氧气的体积分数低于 5 %时^[11]，采取针扎微孔的方法，扎孔时针头与淀粉复合膜完全垂直，在淀粉复合膜 250 mm×190 mm 范围内扎孔，每个孔之间的距离为 40 mm，孔的直径为 140~160 μm，分别扎 0，5，10，15，30 个微孔 (分别以 0K，5K，10K，15K，30K 表示)。包装后入库，库温为 (0±0.5)℃。

1.3 测定指标与方法

1) 气体含量的测定。采用型号为 GAS-II 型便携式 O₂/CO₂ 测定仪 (济南科达尔实业有限公司) 测定樱桃包装盒中的气体浓度，测试时需将针头垂直扎入淀粉膜表面进行测定，每组做 3 个平行实验。

2) 质量损失率。用电子秤 (杭州万特衡器有限公司) 定期对樱桃果实进行称量。

3) 好果率和褐变级别。好果即完好果，表皮无腐烂，定期评判果实的好坏^[12]。褐变率参照霍君生^[13]的方法，将果实沿果心部位横切，以其切面上果心组织褐变面积的比例划分褐变级别：无褐变为 0 级；面积小于 10%果面的为 1 级；果实褐变面积少于 25% 为 2 级；果实褐变面积在 25%~50%之间的为 3 级；果实褐变面积在 50%~75%之间的为 4 级；果实褐变面积大于 75%的为 5 级。每次随机取 40 个樱桃。

4) 可滴定酸和可溶性固形物的测定。可滴定酸参照 GB/T 12456—2008 食品中总酸的测定。可溶性固形物采用便携式折射计 (Atogo，日本东京) 测定 100 g 果肉榨汁后的可溶性固形物含量，每组做 3 个平行实验，各测定 1 次。

5) Vc 的测定。参照 GB/T5009.86-2003 荧光法和 2，4-二硝基苯肼法进行测定。

6) 采用质构仪 (TA-XT2i 型，英国 Stable Micro Systems 公司) 测定樱桃果实的硬度^[14]。将樱桃光滑面朝上放置在实验台正中间，对准探头，果梗的放置方向应一致，使用 P100 的探头，测前速度为 2.0 mm/s，测定速度为 1.0 mm/s，测后速度为 10.0 mm/s，下压距离为 10 mm，每组重复测定 20 个果实，计算其平均值。

7) 实验数据采用 PASW Statistics 18 软件进行处理，采用 Duncan 法进行多组样本间的差异显著性分

表 1 淀粉复合膜的各项性能参数
Tab.1 Performance parameters of starch-based composite film

复合膜 指标	氧气透过系数/ (cm ² ·s ⁻¹ ·Pa ⁻¹)	二氧化碳透过系数/ (cm ² ·s ⁻¹ ·Pa ⁻¹)	水蒸气透过系数/ (g·m ⁻¹ ·s ⁻¹ ·Pa ⁻¹)	抗拉强度 (横)/MPa	抗拉强度 (纵)/MPa	伸长率 (横)/%	伸长率 (纵)/%
初始值	3.13×10 ⁻¹⁶	2.92×10 ⁻¹⁵	2.17×10 ⁻¹³	20.64	24.91	107.52	194.45

析, $p<0.05$ 表示差异显著。

2 结果与分析

2.1 贮藏过程中盒中气体浓度的变化

由图 1 可知, 盒中氧气体积分数在贮藏 10 d 时降到了 5% 以下, 二氧化碳体积分数升到了 15%。贮藏 30 d 时, 氧气浓度降到了最低点。采取针扎微孔后, 随着扎孔数量的增加, 盒中氧气浓度依次增加, 二氧化碳浓度依次降低。说明通过微孔, 包装内外氧气和二氧化碳可以自由出入, 微孔的数量不同, 进出气体比例就不同, 使包装盒中形成了低氧、高二氧化碳的小型自发气调环境, 抑制了樱桃的呼吸作用^[15]。扎孔越多, 氧气进入包装内部就越多, 可能会加快呼吸速率, 反而不利于贮藏。结果得出, 10K 包装盒中氧气浓度稳定在 5%, 二氧化碳浓度在 14%~20% 内波动; 15K 盒中的氧气浓度稳定在 8% 左右, 二氧化碳浓度在 13%~17% 范围内变化。由此可见, 通过在淀粉膜上扎孔可以有效地调节盒中气体的浓度。

2.2 贮藏过程中樱桃好果率的变化

由表 2 可知, 无封口包装 (CK) 和 0K 包装的樱桃好果率下降速度要快于微孔包装。贮藏 40 d, 0K 和 5K 包装樱桃好果率显著 ($p<0.05$) 低于其他包装。

可能的原因: 包装内的果实进行蒸腾作用产生的水蒸气没有得到及时排出, 在包装膜上凝结成水滴, 聚集到一定体积时就会滑落到果实上, 导致果实腐烂发霉。10K 和 15K 包装樱桃好果率明显高于其他包装处理, 说明通过微孔可以有效地将包装中的水汽排除, 抑制其腐烂^[16]。30K 包装的好果率低, 可能是因为扎孔数量越多, 微生物进入盒中的量就越多, 会加剧樱桃的腐烂。贮藏 60 d, 10K 包装樱桃的好果率显著 ($p<0.05$) 大于其他包装, 这说明在贮藏后期 10K 可以显著 ($p<0.05$) 保持樱桃好果率。张立新等研究了由活性成分焦亚硫酸钠和高锰酸钾制成的樱桃保鲜纸结合高效乙烯去除剂保鲜樱桃, 贮藏 60 d 后好果率为 88.3%^[17]。文中在没有添加任何防腐剂和保鲜剂的情况下, 采用淀粉复合膜扎微孔保鲜樱桃, 贮藏 60 d 后好果率达到 85.9%, 具有良好的应用前景。

2.3 贮藏过程中樱桃质量损失率的变化

由图 2 可知, 随着贮藏时间的延长, 樱桃的质量损失率呈上升趋势。无封口包装 (CK) 的质量损失率显著 ($p<0.05$) 大于 0K 包装和微孔包装。在贮藏 40 d 后, 无封口包装的樱桃已经无食用价值。贮藏前 30 d, 0K 包装和微孔包装的樱桃质量损失率无显著性差异, 贮藏 30 d 后, 随着孔数量的增加, 质量损失率逐渐上升。尤其是 30K 包装的质量损失率显著

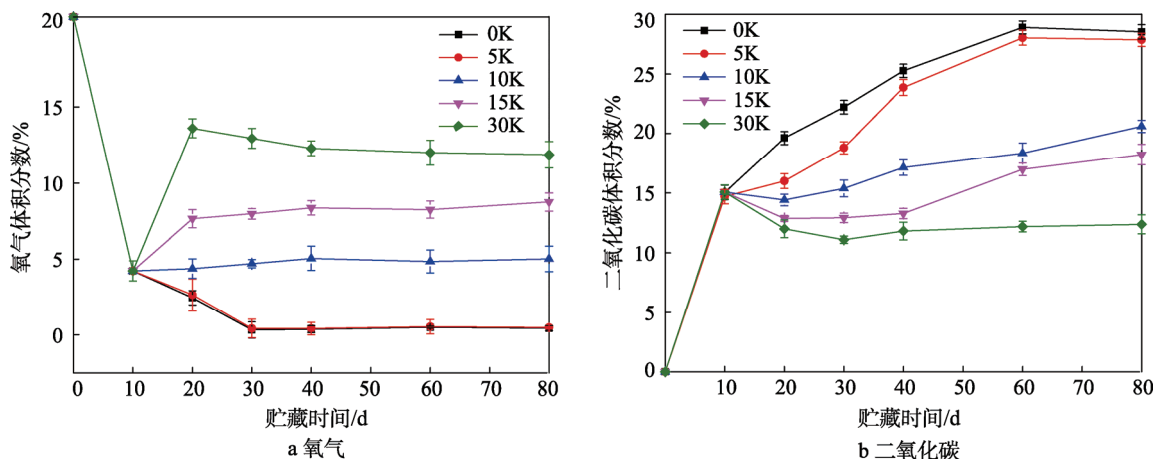


图 1 贮藏过程中盒中氧气和二氧化碳浓度的变化

Fig.1 Changes in concentrations of oxygen and carbon dioxide in the box during storage

表 2 贮藏过程中樱桃好果率的变化

Tab.2 Change in good fruit rate of cherry during storage

贮藏时间/d	好果率/%					
	CK	0K	5K	10K	15K	30K
20	51.99±0.55 b	99.17±0.75 a	98.98±0.63 a	99.95±0.88 a	99.76±0.42 a	99.75±0.21 a
40	32.98±0.75 d	81.05±0.71 c	82.02±0.61 c	92.61±0.56 a	91.94±0.62 a	84.86±0.71 b
60	—	59.62±0.46 d	63.83±0.52 b	85.90±0.29 a	70.61±0.56 c	56.09±0.75 e

注: 同一指标同一行不同字母代表同一贮藏时间不同包装处理组的樱桃好果率分别在 $p<0.05$ 水平上差异显著

($p<0.05$) 大于其他微孔包装,说明微孔数量过多会导致大量的氧气进入盒中,樱桃呼吸速率会加快,加速消耗了营养物质,且水分流失严重,导致质量损失率升高。

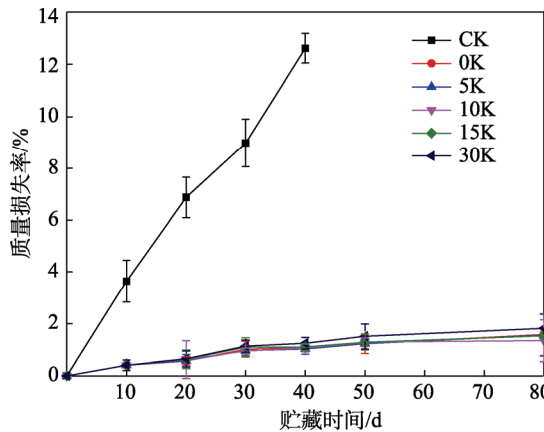


图 2 贮藏过程中樱桃质量损失率的变化
Fig.2 Change in mass loss rate of cherry during storage

表 3 贮藏过程中樱桃果肉褐变指数的变化
Tab.3 Change in browning index of cherry fruit during storage

贮藏时间/d	褐变指数/%					
	CK	0K	5K	10K	15K	30K
20	8.13±0.63 a	0.83±0.36 b	0.63±0.63 bc	0 c	0 c	0.21±0.36 bc
40	66.02±0.57 a	25.41±0.48 b	24.83±0.91 b	17.24±0.49 d	18.33±0.72 d	22.01±0.76 c
60	—	49.83±0.38 a	48.14±0.21 b	23.93±0.57 e	25.09±0.72 d	31.92±0.59 c
80	—	71.93±0.71 a	69.88±0.55 b	51.84±0.79 e	66.12±0.82 d	68.07±0.73 c

注：同一指标同一行不同字母代表同一贮藏时间不同的包装处理组的樱桃褐变指数分别在 $p<0.05$ 水平上差异显著

2.5 贮藏过程中樱桃可溶性固形物和可滴定酸的变化

贮藏过程中,樱桃进行着呼吸作用,糖和酸作为底物不断被消耗,所以随着贮藏时间的延长,可滴定酸(TA)和可溶性固形物(TSS)不断减少^[18]。随着扎孔数量的增加,袋内的氧气浓度上升,二氧化碳浓度下降,营养物质消耗加剧,可溶性固形物和可滴定酸含量下降速度依次加快。樱桃TA含量变化见图3a,贮藏20d后,0K包装和微孔包装樱桃TA含量无显著差异($p>0.05$)。贮藏30d后,10K和15K包装的樱桃TA含量显著($p<0.05$)大于30K微孔包装,且10K包装的樱桃TA含量显著大于15K包装,贮藏80d时10K包装的TA含量仍达到0.64%左右。TSS含量由图3b可知,贮藏0~30d后,TSS含量都呈现先上升后下降的趋势,可能的原因是樱桃在红熟期采摘进行包装试验,在贮藏过程中可能出现后熟现象,由淀粉等物质转化为可溶性糖^[14]。贮藏30~60d,10K和15K包装的樱桃TSS含量明显($p<0.05$)高于30K包装。10K和15K包装樱桃TSS无显著差异,可能

2.4 贮藏过程中樱桃果肉褐变指数的变化

贮藏过程中,樱桃表皮虽然完好,但果肉可能已经出现不同程度的褐变,果肉褐变后会严重影响口感和食欲。不同包装贮藏的樱桃褐变指数变化见表3。随着贮藏时间的延长,褐变指数逐渐上升。贮藏20d后,0K和5K包装樱桃的褐变指数显著($p<0.05$)高于其他微孔包装。可能的原因:贮藏20d后,包装中的 O_2 体积分数下降到了1%以下,使樱桃果肉进行无氧呼吸,加速了果肉的褐变。10K和15K包装在20d时没有发生果肉褐变,之后开始缓慢发生褐变。贮藏40d后,10K和15K包装樱桃果肉褐变指数显著($p<0.05$)小于其他微孔包装,10K和15K包装樱桃褐变指数差异不显著,10K包装的褐变指数在数值上小于15K包装。贮藏60d后,10K包装的樱桃褐变指数显著($p<0.05$)小于15K包装。上述结果表明,10K包装可以明显抑制樱桃果肉的褐变,维持樱桃鲜亮的果肉颜色。

的原因是10K和15K包装盒中 O_2 浓度和 CO_2 浓度更接近樱桃的理想贮藏环境,樱桃呼吸速率缓慢,致使TSS和TA下降速度慢。由此可看出,10K和15K包装可以有效地抑制TA、TSS的消耗,维持樱桃果肉良好的风味和口感。

2.6 贮藏过程中樱桃Vc含量的变化

随着贮藏时间的延长,各包装内樱桃Vc含量均呈下降趋势,见图4。贮藏20d后,0K包装和微孔包装无显著差异($p>0.05$)且下降缓慢。贮藏30d后,随着扎孔数量的增加,盒中氧气浓度也增加,Vc被氧化破坏严重,导致樱桃果实Vc的消耗速率也随之增加。贮藏40d后,0K包装的樱桃果实Vc含量显著小于其他包装,可能的原因是淀粉膜没有扎孔,导致盒中氧气被消耗完后,樱桃进行着无氧呼吸,会产生酒精和乙醛等物质,造成Vc异常分解^[19],对果实产生毒害,具体机制有待进一步研究。贮藏40d后,10K包装的樱桃Vc含量明显比15K和30K的下降缓慢。由于整个贮藏过程中,10K包装盒中的氧气浓度低于15K和30K盒中的,Vc被氧化分解的速度

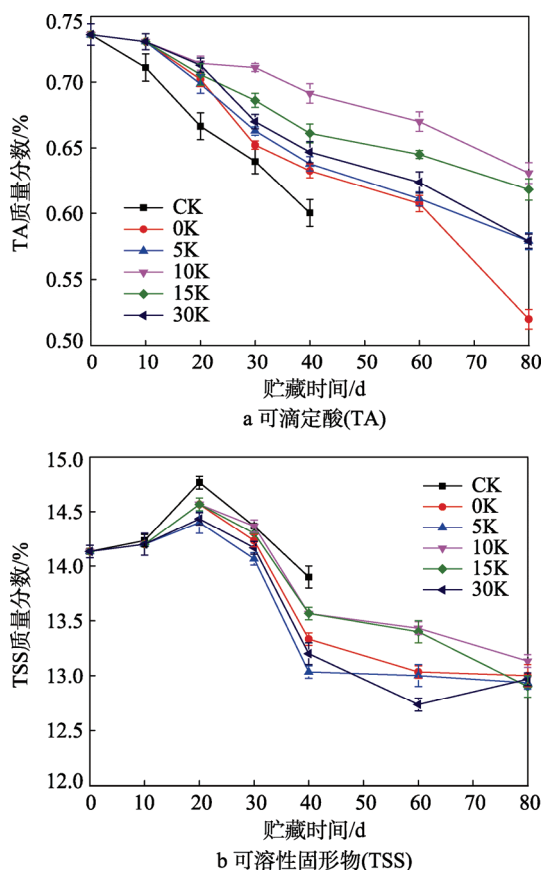


图3 贮藏过程中樱桃可滴定酸和可溶性固形物的变化
Fig.3 Changes in titratable acidity and total soluble solid of sweet cherry during storage

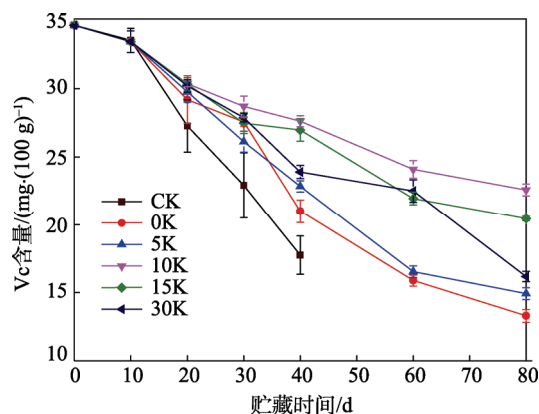


图4 贮藏过程中樱桃Vc含量的变化
Fig.4 Change in vitamin C content of cherry during storage

也更慢,因此10K包装更有利于减少樱桃果实Vc含量的损失。

2.7 贮藏过程中樱桃硬度的变化

樱桃的呼吸作用和果胶物质被催化分解会导致樱桃果实成熟、变软、衰老,硬度下降。不同包装贮藏樱桃果实硬度的变化见图5。贮藏10d后,无封口包装的樱桃果实硬度会快速下降。贮藏40d后,无封口包装樱桃果实已经没有食用价值。0K包装和微孔包装的樱桃果肉硬度下降缓慢。贮藏40d后,10K

樱桃果实硬度显著($p<0.05$)大于其他包装,说明10K包装盒中 O_2 和 CO_2 浓度比例较合适,可以有效抑制樱桃果实的呼吸作用,以及降低果实果胶裂解酶、果胶酯酶的活性,抑制樱桃硬度的下降,延缓果实成熟软化,从而延长樱桃的货架期。

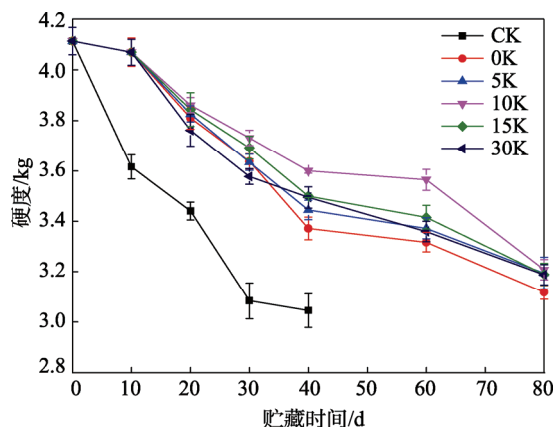


图5 贮藏过程中樱桃硬度的变化
Fig.5 Changes in firmness of cherry during storage

3 结语

采用无孔的淀粉复合膜包装樱桃不能提供合适的气体环境,反而会造成水分排不出去,从而附着在包装表面后滑落到樱桃果肉上造成腐烂。通过在贮藏过程中进行扎孔,使盒中处于自发气调环境,更有助于樱桃的保鲜,且实际应用率高,能有效防止白色污染。

在贮藏过程中,无封口包装的果实暴露在空气中时呼吸旺盛,贮藏40d后就已经失去了食用价值。贮藏20d后,0K包装与微孔包装相比,在樱桃果实品质方面无显著差异。贮藏40d后,0K和5K包装的樱桃果实各项指标的下降速度增加,品质显著低于10K,15K包装。贮藏20d后,10K和15K包装可以有效延缓樱桃果实品质的下降,并且都可以保持99%以上的好果率,以及较好的风味、较低的褐变指数。尤其在贮藏40d后,10K包装效果更加明显,其樱桃果实的好果率、Vc含量、TSS含量都显著大于15K包装。对于樱桃在采后贮藏期间的果实品质而言,采用淀粉复合膜10K或者15K微孔包装都可以使樱桃贮藏期达到60d以上,好果率最高可达到85.9%。

参考文献:

- [1] 冯志宏,王春生,陈嘉. 樱桃保鲜调控技术研究进展[J]. 保鲜与加工, 2012, 12(1): 39—44.
FENG Zhi-hong, WANG Chun-sheng, CHEN Jia. Research Progress of Preservation Control Techniques of Cherry[J]. Storage & Process, 2012, 12(1): 39—44.

- [2] 陶永元, 舒康云, 张春梅, 等. 茶多酚与壳聚糖复配溶液对樱桃的保鲜效果研究[J]. 食品研究与开发, 2014(8): 115—119.
TAO Yong-yuan, SHU Kang-yun, ZHANG Chun-mei, et al. Using the Tea Polyphenol and Chitosan to Preserve Cherry and the Study on Their Preservation Effect[J]. Food Research & Development, 2014(8): 115—119.
- [3] 王欲翠, 冯毅, 吴德全, 等. 荔枝气调保鲜研究进展[J]. 食品工业科技, 2017(23): 340—345.
WANG Yu-cui, FENG Yi, WU De-quan, et al. Research Progress of Gas-adjusted Fresh-preserved of Litchi[J]. Science and Technology of Food Industry, 2017(23): 340—345.
- [4] 王宝刚, 李文生, 冯晓元, 等. 气调箱贮藏甜樱桃品质变化研究[J]. 中国农学通报, 2011, 27(30): 253—257.
WANG Bao-gang, LI Wen-sheng, FENG Xiao-yuan, et al. Changes of Qualities in Sweet Cherry Stored with CA Box[J]. Chinese Agricultural Science Bulletin, 2011, 27(30): 253—257.
- [5] ESTURK O, AYHAN Z, USTUNEL M A. Modified Atmosphere Packaging of "Napoleon" Cherry: Effect of Packaging Material and Storage Time on Physical, Chemical, and Sensory Quality[J]. Food & Bioprocess Technology, 2012, 5(4): 1295—1304.
- [6] MANGARAJ S, GOSWAMI T K, MAHAJAN P V. Applications of Plastic Films for Modified Atmosphere Packaging of Fruits and Vegetables: A Review[J]. Food Engineering Reviews, 2009, 1(2): 133—158.
- [7] MISTRIOTIS A, BRIASSOULIS D, GIANNOULIS A, et al. Design of Biodegradable Bio-based Equilibrium Modified Atmosphere Packaging (EMAP) for Fresh Fruits and Vegetables by Using Micro-perforated Poly-lactic Acid (PLA) Films[J]. Postharvest Biology & Technology, 2015, 111: 380—389.
- [8] RIVERA C S, BLANCO D, SALVADOR M L, et al. Shelf-life Extension of Fresh Tuber Aestivum and Tuber Melanosporum Truffles by Modified Atmosphere Packaging with Microperforated Films[J]. Journal of Food Science, 2010, 75(4): E225—223.
- [9] CLIFF M A, TOIVONEN P M A, FORNEY C F, et al. Quality of Fresh-cut Apple Slices Stored in Solid and Micro-perforated Film Packages having Contrasting O₂ Headspace Atmospheres[J]. Postharvest Biology & Technology, 2010, 58(3): 254—261.
- [10] 魏巍, 魏益民, 张波. 淀粉/聚乳酸共混可降解材料研究进展[J]. 包装工程, 2007, 28(1): 23—26.
WEI Wei, WEI Yi-ming, Zhang Bo. Progress of the Blends of Starch and Poly Lactic Acid[J]. Packaging Engineering, 2007, 28(1): 23—26.
- [11] WANG Y, LONG L E. Respiration and Quality Responses of Sweet Cherry to Different Atmospheres during Cold Storage and Shipping[J]. Postharvest Biology and Technology, 2014, 92: 62—69.
- [12] 谢国芳, 王佳佳, 谭景富, 等. 贮藏温度对金刺梨综合品质的影响[J]. 江苏农业学报, 2017, 33(5): 1143—1149.
XIE Guo-fang, WANG Jia-jia, TAN Jing-fu, et al. Quality of Rosa Sterilis Influenced by Storage Temperature[J]. Jiangsu Journal of Agricultural Sciences, 2017, 33(5): 1143—1149.
- [13] 霍君生, 佟代言. 鸭梨果心褐变过程中膜质过氧化及细胞内膜微粘度的变化[J]. 园艺学报, 1995, 22(3): 221—224.
HUO Jun-sheng, TONG Dai-yan. Changes of Superoxidation and Endomembrane Microviscosity of the Core of Ya Pears during Browning Development[J]. Acta Horticulturae Sinica, 1995, 22(3): 221—224.
- [14] 李冬梅. 甜樱桃 MA 贮运关键技术——HACCP 的应用[D]. 烟台: 烟台大学, 2012.
LI Dong-mei. Key Technology on the Modified Atmosphere Storage of Sweet Cherry—Application of HACCP[D]. Yantai: Yantai University, 2012.
- [15] 李方. 微孔气调包装理论及其在高呼吸速率果蔬包装中的应用研究[D]. 无锡: 江南大学, 2009.
LI Fang. Research on the Theory of Modified Atmosphere Packaging with Perforated Film and Its Application in High Respiration Rate of Fruit and Vegetable Packaging[D]. Wuxi: Jiangnan University, 2009.
- [16] DEL-VALLE V, ALMENAR E, HERNÁNDEZ-MUÑOZ P, et al. Volatile Organic Compound Permeation through Porous Polymeric Films for Modified Atmosphere Packaging of Foods[J]. Journal of the Science of Food & Agriculture, 2004, 84(9): 937—942.
- [17] 张立新, 陈嘉, 冯志宏, 等. 樱桃保鲜纸和高效乙烯去除剂对甜樱桃低温贮藏品质和褐变控制的影响[J]. 食品科学, 2016, 37(6): 226—230.
ZHANG Li-xin, CHEN Jia, FENG Zhi-hong, et al. Influence of Cherry Preservative Paper and Efficient Ethylene Remover on the Cold Storage Quality and Browning Control of Sweet Cherry[J]. Food Science, 2016, 37(6): 226—230.
- [18] 杨松夏, 吕恩利, 陆华忠, 等. 不同保鲜运输方式对荔枝果实品质的影响[J]. 农业工程学报, 2014, 30(10): 225—232.
YANG Song-xia, LYU En-li, LU Hua-zhong, et al. Effects of Different Fresh-keeping Transportation Modes on Quality of Litchi Fruit[J]. Transactions of the Chinese Society of Agricultural Engineering, 2014, 30(10): 225—232.
- [19] KARTAL S, ADAY M S, CANER C. Use of Microperforated Films and Oxygen Scavengers to Maintain Storage Stability of Fresh Strawberries[J]. Postharvest Biology & Technology, 2012, 71(1): 32—40.