农产品贮藏加工

不同蓄冷包装对蟠桃贮藏后货架期品质的影响

宋方圆[1]，谢小燕[2]，郭慧静[1]，李自芹[1]，赵志永[1]
（1.新疆农垦科学院农产品加工研究所，新疆 石河子 832000；2.石河子大学 食品学院，新疆 石河子 832003）

摘要：目的 为筛选出适宜于蟠桃冷链物流的包装组合。**方法** 以英格尔蟠桃为实验材料，以常温处理和不加蓄冷剂处理为对照，采用不同包装（泡沫箱、周转箱）结合不同蓄冷剂（冰膜、冰袋）处理蟠桃，在 0 ℃下预冷 18 h，并实时监测包装箱内的温度，测定不同包装组贮藏 24、48 h 后货架期水果的过氧化物酶（POD）、多酚氧化酶（PPO）、过氧化氢酶（CAT）、相对电导率、好果率等指标，通过比较箱体内温度和生理指标，确定最佳的蟠桃冷链物流包装。**结果** 研究结果表明，周转箱+冰袋组合对水果的蓄冷效果较好，在贮藏 48 h 后可维持货架期水果较高的 POD 活性、CAT 活性，可有效抑制 PPO 活性、相对电导率的上升，对维持单果质量影响不大。**结论** 采用周转箱的蓄冷效果优于泡沫箱，冰袋蓄冷效果优于冰膜，周转箱+冰袋组合适宜于在蟠桃物流中使用，可根据路途距离改变冰袋的数量，实现水果的优质运输。

关键词：蟠桃；包装；贮藏；货架期；品质
中图分类号：TS255.3 **文献标识码：**A **文章编号：**1001-3563(2022)09-0058-07
DOI：10.19554/j.cnki.1001-3563.2022.09.008

Effect of Different Cold Storage Packages on the Shelf Life Quality of Flat Peach after Storage

SONG Fang-yuan[1], *XIE Xiao-yan*[2], *GUO Hui-jing*[1], *LI Zi-qin*[1], *ZHAO Zhi-yong*[1]
(1. Institute of Agricultural Products Processing, XinJiang Academy of Agricultural and Reclamation Science, Xinjiang Shihezi 832000, China; 2. College of Food, Shihezi University, Xinjiang Shihezi 832003, China)

ABSTRACT: This paper aims to screen out the suitable packaging package for flat peach for chain logistics. Yingger flat peaches as the test material, using normal temperature treatment and no cold storageagent treatment as the control, using different packaging (foam box, turnaround box) combined with different cold storage agents (ice film, ice bag) processing flat peaches at 0 ℃ precooling for 18 hours, and real-time monitoring of the temperature in the packaging box.The indexes of peroxidase (POD), polyphenol oxidase (PPO), catalase (CAT), relative conductivity and fruit yield in the shelf life of different packing groups after 24 h and 48 h storage were measured, and the optimal cold chain logistics packaging of peaches was determined by comparing the temperature and physiological indexes in the box. The results showed that the combination of turnover box and ice bag had a good effect on the cold storage of fruit, and it could maintain the high activities of POD and CAT in shelf life after 48 h storage, effectively inhibiting the activity of PPO and the increase of

收稿日期：2021–07–23
基金项目：新疆农垦科学院科技引导计划（2020YJ015）；国家重点研发计划（SQ2020YFF0413375）
作者简介：宋方圆（1986—），女，硕士，副研究员，主要研究方向为农产品加工与贮藏。
通信作者：赵志永（1981—），男，硕士，研究员，主要研究方向为农产品加工与贮藏。

relative electrical conductivity, and had little effect on the maintenance of single fruit weight. The cold storage effect of the turnover box is better than the foam box, and the cold storage effect of the ice bag is better than the ice film. The combination of turnover box and ice bag is suitable for use in flat peach logistics. The quantity of ice bags can be changed according to the distance of the trip to achieve high-quality fruit transportation.

KEY WORDS: flat peach; package; storage; shelf life; quality

蟠桃（*Amygdalus Persica* L. '*Compressa*'）属李亚科，原产地为新疆，其果肉的颜色主要有白、红、黄等 3 种，果实为扁圆形，属于特色桃品种[1]，在国际上又被称为土星桃（Saturn Peach）或甜甜圈桃（Donut Peach）[2]。新疆具有充足的光照条件（昼夜温差大、光照时间长），孕育出了具有独特浓郁芳香风味的蟠桃，加上其皮薄汁多的特点，深受疆内外消费者的欢迎[3]。蟠桃是一种典型的呼吸跃变型水果，在高温季节成熟，这不利于水果的贮藏[4]，其在常温下极易腐烂，每年给果农造成了很大的经济损失，因此其贮藏保鲜成为产业的难题，制约着蟠桃产业的健康发展。截至 2019 年，仅新疆生产建设兵团的蟠桃种植面积就达 3 000 多公顷，产量达 6 万多 t[5]。随着蟠桃产业的飞速发展，大量鲜果集中上市、销售期短、销售区域小等矛盾急速加剧，因此研发和应用高效、低成本的贮运技术势在必行[6]。目前，关于蟠桃电商物流中存在的问题鲜见报道。目前物流包装研究较成熟的水果是荔枝，荔枝运输主要采用泡沫箱加冰运输和冷藏运输等 2 种方式[7]。

适宜的包装是减少水果物流损失的关键措施，可有效减小水果在运输过程中受到的机械损伤，已被广泛应用于果蔬长途运输和电商物流环节[8]，受到了越来越多研究者的关注。目前，生产中多用泡沫箱和纸箱包装桃果实，泡沫箱和纸箱具有易于堆垛和易于运输的优点，但它们的黏弹性较小，易受到堆码和运输过程中各种冲击力的影响，会对桃果实产生较大的振动损伤[9]，大大降低了桃果实的货架期品质。蓄冷保温箱是 20 世纪 80 年代初从发达国家发展起来的一种高效绿色物流技术[10]，其优点在于无需机械制冷，可反复利用，节能，环保，且可以实现常温、冷冻、冷藏货物的同车混装运输，能充分利用同一方向上的货运能力。随着冷链物流行业的急速发展，研究蓄冷保温箱的保温性能对冷藏运输及冷链“最后一公里”品质保鲜具有重大意义。王达等[11]研究发现，不同包装材质保温箱适合不同距离的运输，其中真空绝热板和聚氨酯复合结构蓄冷保温箱的保温效果较好。关于蟠桃蓄冷保温的研究尚未见报道，文中采用自制聚乙烯棉保温箱、泡沫箱结合不同蓄冷剂贮藏水果，并对其货架期的生理指标进行测定，旨在为蟠桃蓄冷保温运输提供一定的理论指导和技术支撑，这对于新疆蟠桃的流通具有较大的现实意义。

1　实验

1.1　材料与仪器

实验材料蟠桃的品种为“英格尔”，于 2020 年 7 月 24 日采摘自新疆第八师 143 团蟠桃园，选择八成熟、大小一致、无病虫害和无机械损伤的果实。将采摘的果实置于内衬为自制折叠防碰撞包装的周转框中，采后当天将部分蟠桃作为常温对照运回新疆农垦科学院实验室，并置于自然条件下（25 ℃）下贮藏，使其自然后熟；另一部分运至新疆农垦科学院 0 ℃冷库中预冷 18 h，然后进行下一步处理。所使用的化学试剂均购自国药集团化学试剂有限公司（上海）。实验用水为自制超纯水。采用的紫外分光光度计为 UV−2550 型。

其他主要材料：蓄冷剂，采用生物型冰袋，南京诺唯赞生物科技有限公司；冰膜，天津冰利蓄冷科技有限公司；保温箱，自制产品，由聚乙烯棉制成，外部规格为 80 cm×60 cm×59 cm，内部规格为 67 cm×57 cm×49 cm；泡沫箱，外部规格为 56 cm×40 cm×27 cm，内部规格为 50 cm×30 cm×25 cm。

1.2　方法

将蟠桃经 0 ℃预冷 18 h 后，分别做如下处理：常温对照，放置在周转塑料框中，单果用发泡网包装，记为对照组；泡沫箱+4 个冰袋（250 g/袋）组，记为泡袋组；泡沫箱+2 个冰膜（500 g/个）组，记为泡膜组；周转箱+4 袋生物型冰袋（250 g/袋）组，记为周袋组；周转箱+2 个冰膜（500 g/个）组，记为周膜组。所有处理组均置于外部自然环境条件下分别贮藏 24、48 h。贮藏 24 h 后进行为期 2 d 的货架期实验，每天取样 1 次，测定常温货架期 2 d 及上述 5 个处理组货架期 2 d 的酶活性等指标，所有实验重复 3 次。贮藏 48 h 的蟠桃果实处理与上述贮藏 24 h 的果实处理除了运输时间不一样，其余取样时间和测定指标均一致。

1.2.1　温度测定

采用洲斯物联（ZKS）无线温湿度记录仪记录周转箱、泡沫箱内的实时温度（℃）。

1.2.2　过氧化物酶

过氧化物酶（POD）活性采用愈创木酚比色法进

行测定，方法同文献[12]，单位为 U/g。

1.2.3　多酚氧化酶

多酚氧化酶（PPO）活性采用邻苯二酚比色法进行测定，以每分钟反应液 OD420 变化 0.01 为 1 个活力单位[13]，单位为 U/g。

1.2.4　过氧化氢酶

过氧化氢酶（CAT）活性采用紫外吸收法测定，方法同文献[12]，单位为 U/g。

1.2.5　细胞膜透性的测定

细胞膜透性用相对电导率表示，测定方法同文献[12]。

1.2.6　好果率的测定

好果率的测定采用数数法，计算公式：好果率=完好果数量/检查总果数量*100%。

1.2.7　单果质量的测定

用电子天平称取果实的质量，每次测定 20 个果实，重复测定 3 次。

1.3　数据统计分析

采用 Excel 软件对数据进行统计分析，采用 Origin 2021 作图。方差分析采用邓肯氏新复级差法，显著性水平：显著（P<0.05）。

2　结果与分析

2.1　不同包装对蟠桃贮藏 24、48 h 期间温度的影响

温度对水果在物流中品质的保持起着至关重要的作用，文中采用无线温度记录仪实时监测周转箱、泡沫箱内的温度，每 2 h 取一次温度值作图。由图 1 可见，常温组的温度整体波动不大，室内温度保持稳定（25 ℃左右）；对照组在 24 h 内的温度均高于其他处理组，其中泡沫箱组的温度显著高于周转箱组温度（P<0.05），周袋组温度最低，在贮藏 24 h 内温度保持在 0~10 ℃内，周膜组温度次高，保持在 0~15 ℃内，其次是泡袋组、泡膜组，说明周袋组的蓄冷效果优于其他包装组。由图 2 可知，泡袋组、泡膜组、对照组在贮藏 48 h 内温度变化趋势相同，它们之间温度变化的差异不显著（P>0.05）；贮藏到 30 h 时有一个温度高峰。这是因为正午温度较高，随后到 45 h 时温度下降，夜间温度降低，使得箱内的温度也降低，到了后期温度又开始上升。经过预冷处理的周转箱组在贮藏 24~48 h 阶段温度呈缓慢上升趋势，而泡沫箱组与对照组的温度变化趋势一致。周转箱组在贮藏 24~48 h 阶段的温度显著低于泡沫箱组（P< 0.05），泡袋组的温度低于泡膜组。由图 2 可见，周袋组的温度最低，其次是周膜组、泡袋组和泡膜组。综上可知，将果实维持在一定的低温环境，采用冰袋作为蓄冷剂的效果优于冰膜，而采用周转箱的包装方式达到的保温效果优于泡沫箱，采用周转箱结合冰袋的方式可在贮藏 24 h 时将箱体温度控制在 10 ℃以下，可以较好地保持水果的品质；在贮藏 24~48 h 时周袋组的温度也保持在 25 ℃左右，相较于其他处理组，其蓄冷效果较好。

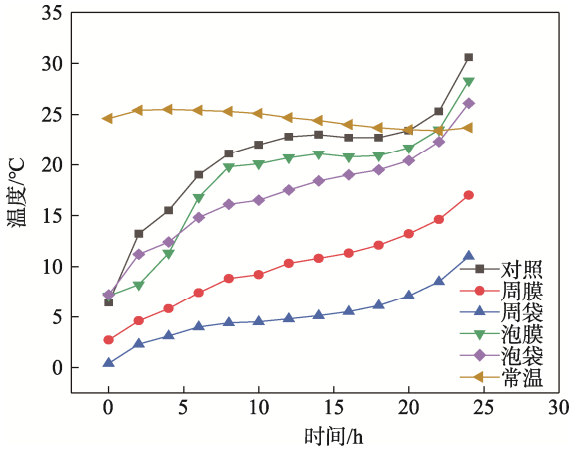

图 1　不同蓄冷包装蟠桃贮藏 24 h 温度的变化情况
Fig.1 Temperature changes of different cold storage packages after peach storage 24 hours

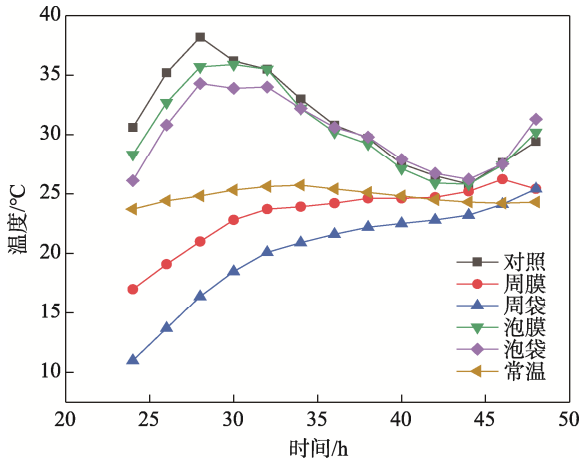

图 2　不同蓄冷包装蟠桃贮藏 48 h 温度的变化情况
Fig.2 Temperature changes of different cold storage packages after peach storage 48 hours

2.2　常温及不同包装结合蓄冷剂处理对模拟贮运 24、48 h 后货架期间中蟠桃 POD 活性的影响

POD 会参与果实活性氧的清除过程，可以抑制过量活性氧对果实细胞的伤害[14]。由图 3 可知，除对照组外，其他各处理组果实的 POD 活性呈先下降—上升—下降的趋势；对照组果实的 POD 活性呈下降趋势，这是由于常温下蟠桃果实的呼吸代谢较快，导致果实衰老进程加快；在货架期 48 h 内，各处理组

果实的 POD 活性差异显著（$P<0.05$）；在常温货架期 48 h 内，蟠桃水果的 POD 活性呈下降趋势，相比贮藏初期的 POD 活性下降了 47 %，这是因为常温下果蔬的呼吸代谢较快，水果衰老的进程也较快，导致 POD 活性下降，以及氧化和清除自由基的能力也降低。从图 3 可知，不同包装 POD 活性依次为：周袋组>周膜组>泡袋组>泡膜组>对照组>常温组，说明采用周转箱冰袋包装能使蟠桃保持较高的酶活性，减少膜脂过氧化的作用，从而延缓衰老。所有的包装在贮藏 24 h 后，随着箱体内温度的升高，POD 活性均上升，说明物流运输在 24 h 内对水果的品质保持得最好，超过 24 h 水果的衰老速度会较快，也说明随着温度的升高，水果的衰老速度也增快。

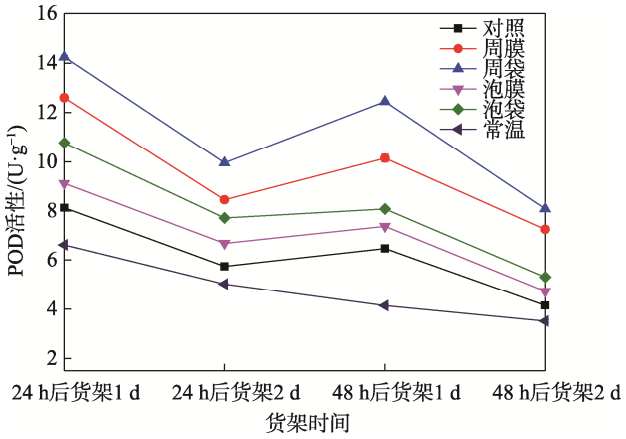

图 3　不同蓄冷包装蟠桃贮藏后 POD 活性的变化情况
Fig.3 POD changes of different cold storage packages after peach storage

2.3　常温及不同包装结合蓄冷剂处理对模拟贮运 24、48 h 后货架期间蟠桃 PPO 活性的影响

多酚氧化酶（PPO）是导致果蔬酶促褐变的主要因素，其会严重影响果蔬的感官品质和营养价值[15]。植物组织患病或在逆境条件下受到伤害时，PPO 的活性会明显升高，这样可以起到保卫作用[16-17]。由图 4 可知，不同包装蟠桃水果的 PPO 活性呈上升趋势，不同包装之间 PPO 活性差异显著（$P<0.05$）。常温组从贮藏 24 h 后货架 1 d 到 48 h 货架 2 d 果实的 PPO 活性增长了 30%，说明常温组的温度较高，水果膜脂过氧化速度加快，导致水果衰老较快。对照组果实的 PPO 活性上升了 33%，由于水果密封在箱体内，室外温度较高，导致箱内温度升高过快，使水果的衰老速度加快。从图 3 整体变化趋势来看，周袋组抑制 PPO 活性的效果最好，其次是周膜组、泡袋组、泡膜组。在贮藏 48 h 后货架 1 d 的周膜组、泡袋组、泡膜组的 PPO 活性分别比周袋组高了 6.5%、16.3%、32.1%。由图 2 可知，周袋组对延缓水果衰老、延长保鲜期的效果较好，也说明贮藏温度在 10 ℃以下时可以显著抑制水果的褐变，维持水果较好的品质，因此想要在物流中维持水果的品质，就需实现物流包装内温度维持在 10 ℃以下。

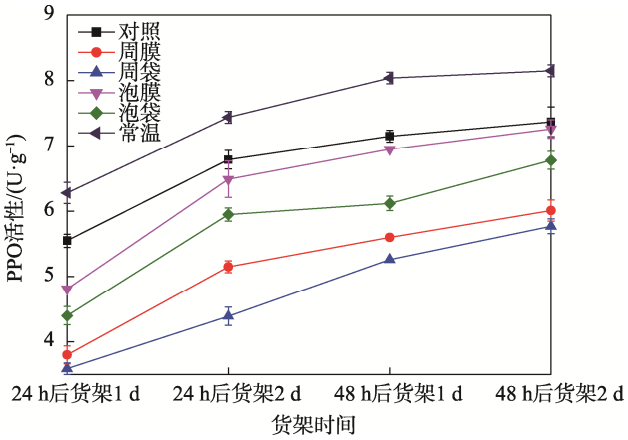

图 4　不同蓄冷包装蟠桃贮藏后 PPO 活性的变化情况
Fig.4 PPO changes of different cold storage packages after peach storage

2.4　常温及不同包装结合蓄冷剂处理对模拟贮运 24、48 h 后货架期间蟠桃 CAT 活性的影响

CAT 是植物体内消除 H_2O_2 和自由基的一种抗氧化酶[18]。CAT 可以通过维持体内氧代谢平衡来延缓果实的成熟和衰老进程[19]。由图 5 可知，不同包装组果实的 CAT 活性在货架期间呈下降趋势，不同包装组之间的 CAT 活性差异显著（$P<0.05$）。其中，常温组在货架期间 CAT 活性最低，周袋组的 CAT 活性始终高于其他组。对照组和常温组的 CAT 活性在货架期间呈急速下降的趋势，这是由于水果的贮藏温度较高，会导致蟠桃组织代谢紊乱，没有能力清理细胞组织中的 H_2O_2，CAT 丧失了正常的生理功能。将贮藏 24 h 内的温度维持在 20 ℃左右，这时的 CAT 清除自由基的能力较强，随着温度的升高，CAT 清除自由基的能力逐渐减弱。由图 5 可知，周袋组因其蓄冷温度低于其他处理组，因此对维持较高 CAT 活性的效果较好，也由此推断，周袋组延缓蟠桃衰老的效果较好。

2.5　常温及不同包装结合蓄冷剂处理对模拟贮运 24、48 h 后货架期间蟠桃相对电导率的影响

细胞膜透性是反映细胞衰老或细胞破坏程度的重要指标，相对电导率与细胞膜透性呈正相关[20]。在贮藏过程中，果实逐渐由成熟转向衰老，期间细胞膜透性的变化可以直观反映其细胞的衰老情况。由图 6 可知，不同包装组水果的相对电导率呈逐渐上升的趋势。其中，常温组上升速度较快，其相对电导率与其

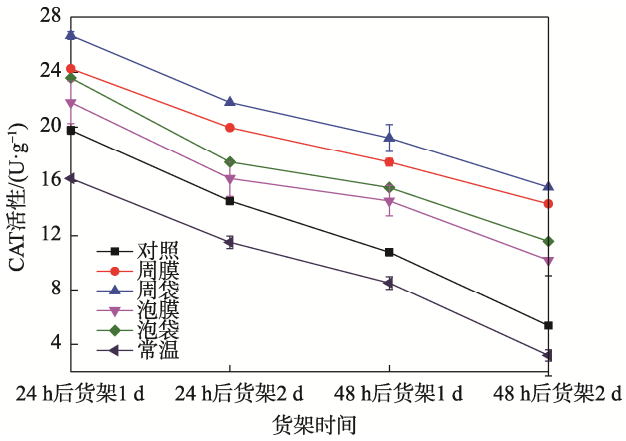

图 5　不同蓄冷包装蟠桃贮藏后 CAT 活性的变化情况
Fig.5 CAT changes of different cold storage packages after peach storage

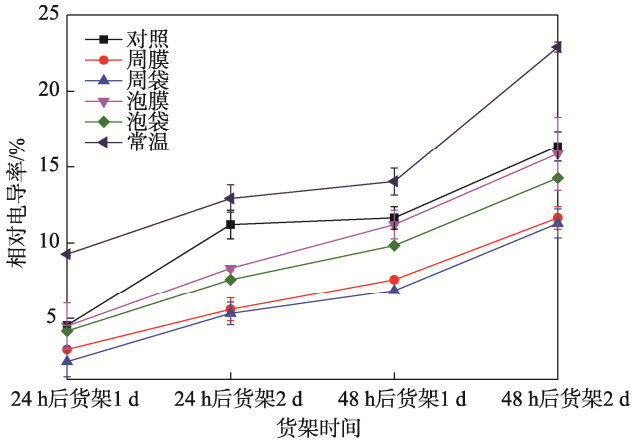

图 6　不同蓄冷包装蟠桃贮藏后相对电导率的变化情况
Fig.6 Relative conductance changes of different cold storage packages after peach storage

他组相比差异显著（$P<0.05$）。对照组在前期的相对电导率上升速度较平稳，这是由于水果经预冷处理后，细胞膜透性较小，水果的衰老速度较慢，而在贮藏 48 h 后货架 1~2 d 时水果的相对电导率快速上升，水果加速衰老。周袋组与周膜组相对电导率的差异不显著（$P>0.05$），周袋组和周膜组与泡袋组、泡膜组差异显著（$P<0.05$），说明周转箱对维持水果的细胞膜透性效果优于泡沫箱包装，也说明温度保持在 10 ℃ 以下对维持水果细胞膜透性的效果较好，而随着箱体内温度的升高，细胞膜透性逐渐增大，水果的衰老速度也加快。

2.6　常温及不同包装结合蓄冷剂处理对模拟贮运 24、48 h 后货架期间蟠桃好果率的影响

由图 7 可知，所有处理组果实的好果率在货架期间都呈下降趋势。对照组果实的好果率从贮藏 24 h 货架 1 d 到贮藏 48 h 货架 2 d 下降了 36.5%，下降幅度最大，这是由于箱体密闭，室外高温导致箱体内果温升高过快。下降幅度其次的处理组是泡膜组。周袋组相较于其他组，其好果率的下降幅度最小，其次是周膜组。泡袋组与常温组的好果率差异不显著（$P>0.05$）。

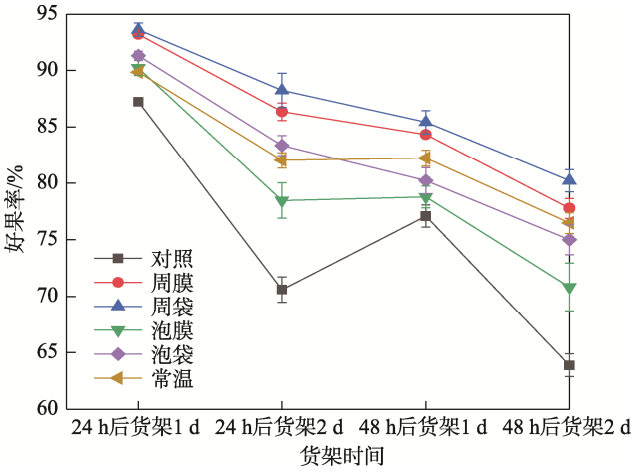

图 7　不同蓄冷包装蟠桃贮藏后好果率的变化情况
Fig.7 Rate of intact fruit of different cold storage packages after peach storage

2.7　常温及不同包装结合蓄冷剂处理对模拟贮运 24、48 h 后货架期间蟠桃单果质量的影响

由图 8 可见，贮藏 24 h 后货架 1~2 d 时对照组果实的单果质量最高，常温组果实的单果质量最小。这是由于在常温下水果失水较快。其他几组之间差异不大。贮藏 48 h 货架 1 d 后泡膜组果实的单果质量最高，其次是周膜组，推测是由于冰膜渗水导致单果质量较高，对照组和常温组果实的单果质量差异不大。贮藏 48 h 货架 2 d 后对照组和常温组果实的单果质量差异不大，但与其他组差异显著（$P<0.05$），周膜组、周袋组、泡膜组、泡袋组差异不大。

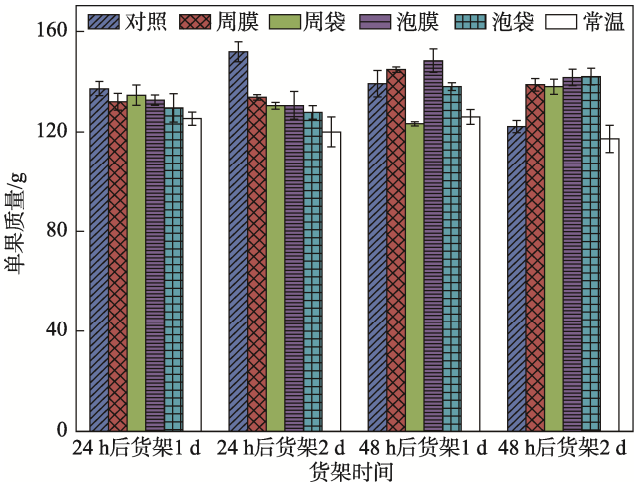

图 8　不同蓄冷包装蟠桃贮藏后单果质量的变化情况
Fig.8 Rate of intact fruit of different cold storage packages after peach storage

3　结语

在冷链物流过程中，包装箱内的温度决定着蟠桃水果的成熟衰老进程，合理的包装箱和蓄冷措施可较好地保持蟠桃运输过程中的品质。文中实验结果表明，周袋组和周膜组果实在贮藏 24 h 内箱体内温度均为 15 ℃左右，可较好地维持水果的 POD、CAT 活性，抑制水果的 PPO 活性和相对电导率的上升，保持较好的水果品质，而泡袋组、泡膜组、对照组在贮藏 15 h 后，温度都达到 15 ℃以上，不利于水果品质的保持。在贮藏 48 h 后除周袋组外，其他处理组的温度都超过了 25 ℃，水果的相对电导率、PPO 活性也逐渐增高，而 CAT、POD 活性逐渐下降，不利于水果的保鲜。周转箱的保温效果优于泡沫箱，而冰袋蓄冷效果优于冰膜，果蔬的采后品质通常与 PPO、POD、CAT 活性及相对电导率相关，周转箱+冰袋包装可有效抑制货架期水果 PPO 活性和相对电导率的上升，延缓 POD、CAT 活性的降低，维持水果较好的品质。在实际生产中，蟠桃冷链物流蓄冷剂的使用数量应根据运输距离来确定。

参考文献：

[1] 诸惠芬，丁振铎，陈钧魁. 马渚镇蟠桃种植的优势及发展思路[J]. 现代园艺, 2017(19): 43-44.
ZHU Hui-fen, DING Zhen-duo, CHEN Jun-kui. Advantages and Development Ideas of Peach Cultivation in Mazhu[J]. Xiandai Horticulture, 2017(19): 43-44.

[2] NICOTRA A, CONTE L, MOSER L, et al. New Types of High Quality Peaches: Flat Peaches (P Persica Var Platicarpa) and Ghiaccio Peach Series with Long on Tree Fruit Life[J]. Acta Horticulturae, 2002, 592: 131-135.

[3] 陈山乔，孙志栋，史婷婷，等. LAE 和 1-MCP 联合处理在蟠桃常温货架贮藏中的应用[J]. 包装工程, 2019, 40(23): 7-14.
CHEN Shan-qiao, SUN Zhi-dong, SHI Ting-ting, et al. Application of Integrated LAE and 1-MCP Treatment Enhancing the Shelf-Life of Flat Peachesat Room Temperature[J]. Packaging Engineering, 2019, 40(23): 7-14.

[4] FERNÁNDEZ-TRUJILIO J P, MARTíNEZ J A, ARTÉS F. Modified Atmosphere Packaging Affects the Incidence of Cold Storage Disorders and Keeps 'Flat' Peach Quality[J]. Food Research International, 1998, 31(8): 571-579.

[5] 新疆生产建设兵团统计局. 新疆生产建设兵团统计年鉴[M]. 乌鲁木齐：中国统计出版社, 2020: 193.
Xinjiang Production and Construction Corps Bureau of Statistics. Xinjiang Production and Construction Corps Statistical Yearbook[J]. Urumqi: China Statistics Press, 2020: 193.

[6] 曹森，王瑞，钱波，等. 1-MCP 对“贵长”猕猴桃模拟运输后货架品质影响研究[J]. 食品工业科技，2016, 37(6): 335-340.
CAO Sen, WANG Rui, QIAN Bo, et al. Effect of 1-MCP on the 'Guichang' Kiwi Shelf Quality after Postharvest Simulate Transport[J]. Science and Technology of Food Industry, 2016, 37(6): 335-340.

[7] 蒋侬辉，黄泽鹏，刘伟，等. 电商物流包装贮运对‘翡脆’荔枝贮藏品质的影响[J]. 食品工业科技，2019, 40(18): 249-254.
JIANG Nong-hui, HUANG Ze-peng, LIU Wei, et al. Effect of E-Commerce Logistics Packaging and Transportation on the Storage Quality of 'Feicui' Litchi[J]. Science and Technology of Food Industry, 2019, 40(18): 249-254.

[8] 黄国霞，钟运技，陈铁英，等. 蔬菜保鲜过程中营养成分的变化[J]. 现代食品科技, 2012, 28(7): 792-795.
HUANG Guo-xia, ZHONG Yun-ji, CHEN Tie-ying, et al. Changes in Nutrients of Two Vegetables with Fresh-Keeping Treatment[J]. Modern Food Science and Technology, 2012, 28(7): 792-795.

[9] 张蕾，张琳. 三种不同缓冲包装结构对油桃品质的影响[J]. 包装工程, 2005, 26(6): 25-27.
ZHANG Lei, ZHANG Lin. Study on Three Cushion Packagings of Nectarine[J]. Packaging Engineering, 2005, 26(6): 25-27.

[10] 陈海洋，张建一. 蓄冷型运输保温箱在冷链中的应用[J]. 冷藏技术, 2010, 33(3): 12-16.
CHEN Hai-yang, ZHANG Jian-yi. Applications of Cold Storage Type Transport Box in Cold Chain[J]. Cold Storage Technic, 2010, 33(3): 12-16.

[11] 王达，吕平，贾连文，等. 不同隔热材料对桃子蓄冷保温运输效果及品质影响的研究[J]. 食品科技，2018, 43(2): 58-63.
WANG Da, LYU Ping, JIA Lian-wen, et al. Investigation on the Storage Effect and Nutritional Quality of Peach in Cold Storage Containers Transportation with Different Insulation Materials[J]. Food Science and Technology, 2018, 43(2): 58-63.

[12] 张筱. 不同保鲜剂对鲜切桃褐变和贮藏品质的影响[D]. 泰安：山东农业大学, 2017: 21-22.
ZHANG Xiao. Effects of Different Antistaling Agents on Browning and Storage Quality of Fresh-Cut Peaches[D]. Taian: Shandong Agricultural University, 2017: 21-22.

[13] 曹建康，姜微波，赵玉梅. 果蔬采后生理生化实验指导[M]. 北京：中国轻工业出版社, 2013: 118.
CAO Jian-kang, JIANG Wei-bo, ZHAO Yu-mei. Instruction of Fruit and Vegetable Postharvest Physiological and Biochemical Experiments[M]. Beijing: China Light Industry Publishing House, 2013: 118.

[14] 曹森，巴良杰，潘成，等. 不同采收期对天麻贮藏品

质的影响[J]. 食品工业, 2019, 40(12): 192-196.
CAO Sen, BA Liang-jie, PAN Cheng, et al. Effect of Different Darvest Time on the Storage of Gastrodia Elata[J]. The Food Industry, 2019, 40(12): 192-196.

[15] 李晓宇, 杜小龙, 刘影, 等. UV-C 结合新型生物保鲜纸对水蜜桃常温贮藏品质的影响[J]. 食品科技, 2019, 44(6): 56-62.
LI Xiao-yu, DU Xiao-long, LIU Ying, et al. Effect of UV-C Combined with New Biological Preservation Paper on Storage Quality of Honey Peaches at Room Temperature[J]. Food Science and Technology, 2019, 44(6): 56-62.

[16] 田世平, 徐勇, 姜爱丽, 等. 冬雪蜜桃在气调冷藏期间品质及相关酶活性的变化[J]. 中国农业科学, 2001, 34(6): 656-661.
TIAN Shi-ping, XU Yong, JIANG Ai-li, et al. Changes in Enzymatic Activity and Quality Attributes of Dongxue Peaches in Response to Controlled Atmosphere Conditions[J]. Scientia Agricultura Sinica, 2001, 34(6): 656-661.

[17] 王玲利, 刘超, 曾明, 等. 采后处理对“黄冠”梨膜脂过氧化和保护酶活性的影响[J]. 中国南方果树, 2017, 46(2): 132-136.
WANG Ling-li, LIU Chao, ZENG Ming, et al. Effects of Post-Harvest Treatment on Membrane Lipid Peroxidation and Protective Enzyme Activities of "Huang Guan" Pear[J]. South China Fruits, 2017, 46(2): 132-136.

[18] 邰晓亮. 不同贮藏条件对蟠桃采后生理及贮藏效果影响的研究[D]. 石河子: 石河子大学, 2010: 34.
TAI Xiao-liang. TheEffect of Different Storage Conditions on Postharvest Physiology and Storage of Peaches Study[D]. Shihezi: Shihezi University, 2010: 34.

[19] 章宁瑛, 郜海燕, 陈杭君. 臭氧处理对蓝莓贮藏品质及抗氧化酶活性的影响[J]. 中国食品学报, 2017, 17(8): 170-176.
ZHANG Ning-ying, GAO Hai-yan, CHEN Hang-jun. Effect of Ozone Treatment on Storage Quality and Antioxidant Enzyme Activities of Blueberries[J]. Journal of Chinese Institute of Food Science and Technology, 2017, 17(8): 170-176.

[20] 杨剑平, 韩涛, 李丽萍, 等. 热处理对桃贮藏期膜脂过氧化作用的影响[J]. 园艺学报, 1996, 23(1): 89-90.
YANG Jian-ping, HAN Tao, LI Li-ping, et al. Effects of Heat Treatment on Membrane-Lipid Peroxidation of Peach Fruit during Storage[J]. Acta Horticulturae Sinica, 1996, 23(1): 89-90.

责任编辑：彭颋