

基于包装处理方法对樱桃品质影响的试验研究

doi:10.3969/j.issn.1674-7100.2019.06.011

江 南 李 霞
罗展辉 邓 靖

湖南工业大学

包装与材料工程学院^a

包装新材料与技术重点实验室^b

湖南 株洲 412007

摘 要: 樱桃物流及货架期保鲜均以冷链技术为主, 致使樱桃销售受到条件限制。为探讨常温条件下樱桃物流及货架期保鲜模式, 设置 6 种包装处理方式对短柄樱桃进行物流前包装处理, 常温条件 ($(23 \pm 1) ^\circ\text{C}$) 下进行物流模拟及货架期模拟试验。通过分析樱桃常温条件物流和货架期间感官指标和各项营养指标变化, 探讨常温条件樱桃配送的最佳包装处理方式。研究结果表明, 1 号包装处理 (乙醇熏蒸 + 预冷处理 + 气调处理) 的樱桃品质维持最好, 其不同物流时间及相应货架期内的各项指标均优于其他包装方式, 说明 1 号包装处理在一定程度上能实现常温条件下樱桃配送, 降低物流成本。物流时间为 20, 40 h 时, 2 号 (预冷处理 + 气调处理) 和 6 号 (乙醇熏蒸 + 气调处理) 包装处理的樱桃在货架期的品质稍次于 1 号包装, 表明樱桃常温短距离配送选择 2 号和 6 号包装处理方式, 可以保证樱桃品质。

关键词: 樱桃; 乙醇熏蒸; 预冷处理; 气调处理

中图分类号: TS255.3

文献标志码: A

文章编号: 1674-7100(2019)06-0073-11

引文格式: 江 南, 李 霞, 罗展辉, 等. 基于包装处理方法对樱桃品质影响的试验研究 [J]. 包装学报, 2019, 11(6): 73-83.

0 引言

樱桃需求旺盛, 具有较高的营养价值和经济价值, 但其保鲜条件苛刻, 不易储存, 货架期短, 且在物流过程中容易出现腐烂、褐变、掉梗等问题^[1-3]。目前对樱桃的保鲜包装方法大致有温控低温保鲜法、气调贮藏法、化学保鲜剂保藏法三大类^[4]。围绕这三大类保鲜方法从包装材料到包装技术等方面进行了大量的研究。例如郭丹等^[5]研究了自发气调保鲜技术对甜樱桃贮藏效果的影响, 发现应用塑料箱式气调保鲜技术可延长甜樱桃果实贮藏期。王雪莲等^[6]以低密度聚乙烯、线性低密度聚乙烯和 H β 分子筛为原料, 吹制获得新型聚乙烯复合膜, H β 分子筛的加入可以

在一定程度上抑制樱桃的呼吸作用, 因而新型聚乙烯复合膜能明显延长樱桃保质期。王珊珊等^[7]研究发现冰温塑料箱式气调贮藏能够在一定程度上减慢果实腐烂、果梗干枯及果肉褐变的速度, 保鲜效果较好。宋曰钦等^[8]用常温液藏方法对目前栽培较多的红灯樱桃和那翁樱桃进行保鲜试验, 发现贮存 40 d 后樱桃果实色泽鲜艳, pH 值变化较小, VC 含量的降低显著低于姜爱丽等^[2]提出的保鲜方法。刘孟禹等^[9]试验研究发现 PBS/PBAT (poly (butylenes succinate) /poly (butylenes adipate terephthalate)) 改性薄膜具有良好的气体透过性, 能有效地抑制樱桃番茄的腐败变质, 使樱桃保持较好的感官品质和营养价值。目前学者们研究樱桃采后储藏保鲜方法以冷链技术为主^[10], 该方

收稿日期: 2019-10-11

基金项目: 湖南省自然科学基金资助项目 (2018JJ4061)

作者简介: 江 南 (1968-), 女, 湖南醴陵人, 湖南工业大学教授, 博士, 主要从事食品保鲜包装及生物基材料方面的教学与研究, E-mail: namijiangnan@126.com

法使樱桃物流和销售成本增加,且销售受条件限制。基于此,本文参考刘萌等^[11]对蓝莓物流包装的研究,以本市郊区种植的短柄樱桃为试验对象,根据樱桃的生理特点设计樱桃物流前的不同包装处理方式,再模拟常温条件下樱桃经过不同时间的物流及货架试验,分析樱桃各项感官指标和营养指标的变化规律,探索常温条件下樱桃物流包装处理最佳方式,以期对樱桃的保鲜方法设计提供参考。

1 试验材料与方法

1.1 试验材料与仪器

樱桃为短柄樱桃。本课题组2019年4月从株洲市北郊云龙示范区采摘8~9成熟的新鲜樱桃,立即带回湖南工业大学包装新材料与技术重点实验室进行处理。

主要化学试剂:PP保鲜薄膜(250 cm×30 cm),艾林包装材料有限公司;EPS泡沫盒,湖南工业大学包印试验室自行制备;抗坏血酸,分析纯,西陇化工股份有限公司;碘,分析纯,天津市北辰方正试剂厂;碘化钾,分析纯,天津市津北精细化工有限公司;淀粉,分析纯,天津市恒兴化学试剂制造有限公司;草酸,分析纯,天津市致远化学试剂有限公司。

主要仪器:热封仪,GBB-B型,广州标际包装设备有限公司;电子天平,JY2001型,上海浦春计量仪器有限公司;恒温箱,FYL-YS-50LL型,北京福意电器有限公司;袋式气调包装机,HX-400D型,北京恒鲜科技有限公司;全温振荡器,LQZ-211型,上海精宏试验室设备有限公司;电子分析天平,JA3103N型,上海宇隆仪器有限公司;多功能榨汁机,JYL-C012型,九阳股份有限公司;pH计,雷磁PHSJ-4F型,上海仪电科学仪器股份有限公司。

1.2 樱桃物流前包装处理

选取市场上应用广泛的PP保鲜膜,裁剪大小为380 mm×200 mm的PP薄膜,用GBB-B型热封仪进行双面热封合,热封边距为10 mm,制备成规格为180 mm×180 mm的PP包装袋。每个PP保鲜袋中装入400 g短柄樱桃,每种包装处理做4组平行试验,包装处理完后对包装袋封口密封,最后将樱桃装入泡沫包装箱。

将乙醇熏蒸、预冷处理和气调处理进行组合,设计6种包装处理方法,即1号:乙醇熏蒸+预冷处

理+气调处理;2号:预冷处理+气调处理;3号:不做任何处理;4号:乙醇熏蒸;5号:气调处理;6号:乙醇熏蒸+气调处理。其中,乙醇熏蒸处理是在体积分数为0.05%的乙醇密闭箱内25℃下熏蒸12 h,然后通风30 min^[12];预冷处理是将樱桃先入库预冷24 h,预冷温度为(2±1)℃^[13];气调处理所用的气体组分是体积分数为5%的O₂、10%的CO₂,剩余N₂填充^[14]。

1.3 樱桃物流模拟试验

将6种包装处理的樱桃置于LQZ-211型全温振荡器中,在温度为(23±1)℃、转速为45 r/min的条件下模拟物流试验,模拟时间分别为20,40,60 h^[11]。

1.4 樱桃货架期模拟试验

物流模拟时间结束后,取出包装箱内各组樱桃,先测定樱桃各项指标,然后在无菌操作台中剔除各组腐烂的樱桃,封口,并置于温度为(23±1)℃、湿度为(45%±1%)的环境中进行常温条件下货架期模拟试验^[15]。每天相同时间对樱桃的各项指标参数进行测试,连续测试6 d。各指标均采用3个样品重复测定取平均值。

1.5 樱桃指标测定

1.5.1 感官评价

樱桃外观变化与环境温度、振动冲击等有关。感官评价是通过肉眼观察,根据评判等级及计算公式分析樱桃的品质^[16-18]。

腐烂指数(F):腐烂级数分为0~4级(A₀~A₄),0级无腐烂,1级腐烂面积小于等于果实的1/4,2级腐烂面积大于1/4小于1/2,3级腐烂面积大于等于1/2,4级为全部腐烂^[16]。用N表示果实总数,则腐烂指数按下式计算

$$F = \sum (A_i \times N_i) / (A_4 \times N)$$

果柄干枯率:计算试验后的干果柄数占试验果实果柄总数的百分比。

果实风味:果实风味分为I~IV级。I级为色泽鲜艳,保持原有风味,评分8~10分;II级为风味略有改变,色泽稍变暗,芳香降低,评分6~8分,可食;III级为风味改变,色泽变暗,无芳香,有微苦或微醇味,评分4~6分,勉强可食;IV级为风味改变显著,有明显的苦味或醇味,已失去商品价值,评分0~4分,不可食用^[17-18]。

果实硬度:用手持GY-I型硬度计测定果实硬度。每组样品测定10个果实^[12],取均值。

1.5.2 失重率

用 JY2001 型电子天平测量樱桃试验前后的质量,再计算其失重率 (h), 即

$$h = (m_{\text{前}} - m_{\text{后}}) / m_{\text{前}} \times 100\%。$$

1.5.3 VC 含量

采用碘酸钾滴定法测量樱桃中的 VC 含量, 试验步骤及相关计算过程参考文献 [19]。

1.5.4 樱桃汁液 pH 值

用榨汁机榨取樱桃果汁并置于烧杯中, 采用雷磁 PHSJ-4F 型 pH 计检测樱桃汁液 pH 值。

2 结果与分析

2.1 不同物流模拟时间结束时樱桃各项指标分析

包装处理前测得新采摘的短柄樱桃果实硬度为 0.73 kg/cm^2 , 腐烂指数为 0%, 果柄干枯率为 0%, 果实风味为 10 分, 平均质量为 8.5 g/颗 , VC 质量分数为 890 mg/kg , 汁液 pH 值为 4.1。

表 1~3 分别为物流模拟 20, 40, 60 h 后测试的樱桃各项指标值。

表 1 模拟物流 20 h 后不同包装处理的樱桃指标值

Table 1 The values of cherry quality indicators with different treatments after 20 h logistics

序号	果实硬度 / ($\text{kg}\cdot\text{cm}^{-2}$)	腐烂指数 / %	果柄干枯率 / %	果实风味 / 分	失重率 / %	VC 质量分数 / ($\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$)	汁液 pH 值
1	0.73	0	0	10	0	873	4.1
2	0.73	0	0	10	0	875	4.1
3	0.73	2.7	1.4	9	0.6	826	4.3
4	0.73	0	0	10	0	862	4.2
5	0.73	0.6	0	10	0	857	4.2
6	0.73	0	0	10	0	859	4.3

表 2 模拟物流 40 h 后不同包装处理的樱桃指标值

Table 2 The values of cherry quality indicators with different treatments after 40 h logistics

序号	果实硬度 / ($\text{kg}\cdot\text{cm}^{-2}$)	腐烂指数 / %	果柄干枯率 / %	果实风味 / 分	失重率 / %	VC 质量分数 / ($\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$)	汁液 pH 值
1	0.71	2.5	0	9	0	857	4.7
2	0.68	5.3	1.4	9	0.2	851	5.3
3	0.61	13.2	4.7	7	1.7	765	6.8
4	0.68	5.8	5.0	8	1.1	835	5.9
5	0.61	10.6	2.9	7	0.6	793	6.3
6	0.68	6.5	1.4	8	0.4	842	5.7

表 3 模拟物流 60 h 后不同包装处理的樱桃指标值

Table 3 The values of cherry quality indicators with different treatments after 60 h logistics

序号	果实硬度 / ($\text{kg}\cdot\text{cm}^{-2}$)	腐烂指数 / %	果柄干枯率 / %	果实风味 / 分	失重率 / %	VC 质量分数 / ($\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$)	汁液 pH 值
1	0.68	4.6	1.4	9	0.7	841	5.4
2	0.61	10.4	1.4	7	0.5	830	6.7
3	0.49	25.3	7.2	5	5.2	707	7.7
4	0.49	8.7	5.9	6	3.6	780	6.8
5	0.49	13.5	3.1	6	3.1	722	7.2
6	0.61	10.2	3.5	6	1.3	821	6.9

由表 1~3 可知: 1) 物流模拟 20 h 后, 除 3 号对照组樱桃各项指标轻微变化, 其他包装处理的各组樱桃各项指标近乎新采摘状态。2) 物流模拟 40 h 后, 樱桃的各项指标均有变化, 其中果实硬度、果柄干枯率、果实风味和失重率变化较小。3 号腐烂指数最高, 为 13.2%, 其次是 5 号和 6 号, 腐烂指数分别为 10.6% 和 6.5%, 其他 3 种包装处理方法的腐烂指数低于 6%。1 号樱桃的 VC 质量分数降低较少, 为 3.7%, 3 号和 5 号 VC 流失较多, 分别为 14.0% 和 10.9%。

6 种包装处理方式的樱桃 pH 值均有所升高, 但均低于 7。3) 物流模拟 60 h 后, 樱桃果柄干枯率和失重率变化较小, 其他指标均发生明显变化。2 号、3 号、5 号和 6 号樱桃腐烂指数均高于 10%, 1 号和 4 号分别为 4.6% 和 8.7%。3 号、4 号和 5 号的果实硬度降低 30% 以上, 1 号、2 号和 6 号的在 16% 以下。营养价值保持方面, 1 号、2 号和 6 号樱桃的 VC 质量分数变化较小, 均在 820 mg/kg 以上, 3~5 号樱桃均低于 800 mg/kg , 3 号樱桃 VC 流失最多。1 号樱桃能

够保持原有风味,其他包装处理的樱桃风味略有改变,微苦或微醇。3号樱桃 pH 值大于 7,1号 pH 值小于 6,其他 4 种包装处理的 pH 值均在 7.0 左右。

从以上分析可以看出,不同物流时间,1号包装处理(乙醇熏蒸+预冷处理+气调处理)的樱桃保鲜效果最佳,基本保持果实原有营养和风味,2号(乙醇熏蒸)和6号(预冷处理+气调处理)效果次之。乙醇熏蒸处理过的樱桃腐烂指数明显低于未熏蒸的樱桃;气调处理的樱桃失重率低于未气调处理的樱桃;经乙醇熏蒸或预冷处理+气调处理的樱桃营养保持比未处理的好。分析主要原因如下:预冷处理能除去樱桃果实田间热,同时抑制部分酶活力,降低呼吸作用,减缓相关生理反应^[20-21],因而1号和2号樱桃相对于其他组樱桃,果实风味和营养价值保持均最优。樱桃易受病菌感染而引起腐烂^[22],乙醇能有效抑制灰霉菌(*Botrytis cinerea*)、青霉菌(*Penicillium expansum*)和绿霉菌(*Trichoderma viride*)等霉菌的生长^[23],同时还能降低果实采后呼吸作用^[24],因而1号和4号樱桃物流包装前用体积分数为0.05%的乙醇进行熏蒸处理后,腐烂率得到降低。虽然6号樱桃物流前也经过了乙醇熏蒸处理,但其腐烂率却高于4号,与2号接近,其原因是6号未经预冷处理,果实田间热包装前未能散发,加之气调处理使密封袋内温度升高,水分蒸发,导致包装袋内湿度增大,腐烂率增加^[25],而4号樱桃未经气调处理,果实田间热及水分散发相对要快些。但是4号樱桃的营养流失比6号快,其原因可能是气调处理能降低果实呼吸作用,减缓生理代谢^[26],从而使樱桃营养流失变慢。5号樱桃的营养流失比3号的少,也可能是上述原因。以上试验结果分析表明对樱桃进行乙醇熏蒸、预冷处理和气调处理均能降低果实呼吸作用,有利于保持果实原有风味和品质。

2.2 物流后货架期间樱桃各项指标变化

2.2.1 腐烂指数变化

樱桃腐烂主要有两方面的原因:一方面樱桃采摘后内部一些酶的活性变强,其呼吸作用和乙烯释放增强,导致果实过熟变软而容易腐烂;另一方面是樱桃在适合致腐微生物生长的环境或外部有损伤的情况下易感致腐微生物,微生物会利用樱桃所含水分及糖分快速繁殖,导致果实腐烂。

图1为不同物流模拟时间后不同包装处理的樱桃货架期的腐烂指数。

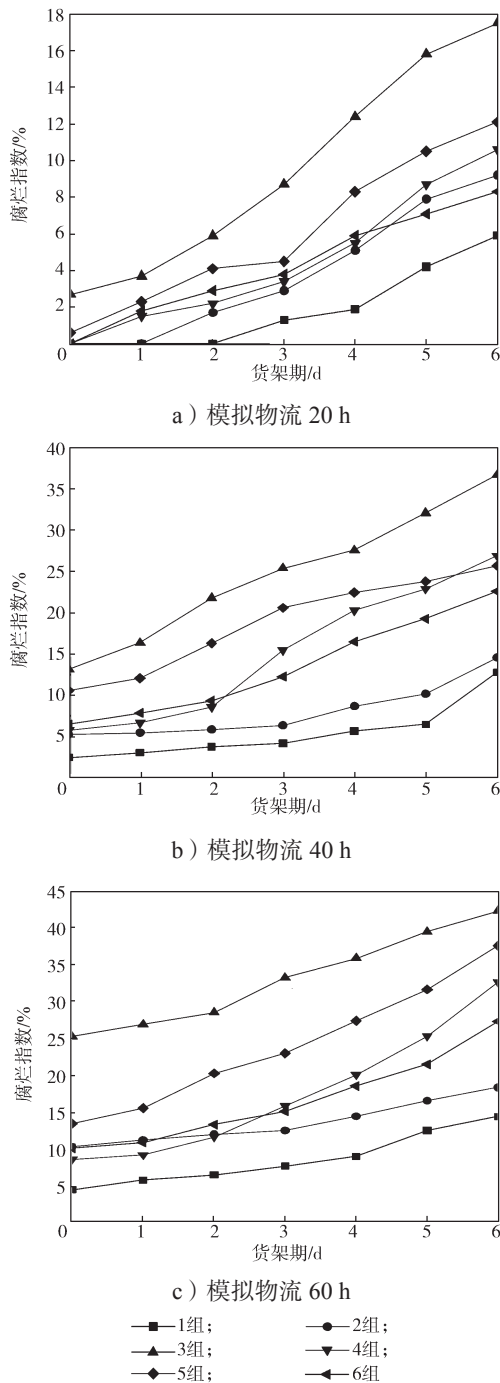


图1 物流模拟后不同包装处理的樱桃在货架期腐烂指数变化

Fig. 1 The decaying index variation of cherries with different treatments in shelf life after logistics simulation

由图1可知,模拟物流20 h后,6种包装处理的樱桃除3号外,经过3 d货架期后其腐烂指数均没有明显变化,经过6 d货架期后其腐烂指数也较低,在12%以下,1号樱桃的腐烂指数最小,为5.9%。模拟物流40,60 h后,6种包装处理的樱桃在同一货

架期的腐烂指数相对于模拟物流 20 h 的高, 1 号和 2 号包装处理的樱桃货架期腐烂指数始终较低 (18.5% 以下), 3 号腐烂指数最高。可见, 樱桃在货架期的腐烂指数变化规律与物流模拟期间的相似, 这说明包装处理方法和物流方式均会对樱桃货架期的果实品质有影响。

2.2.2 果实风味变化

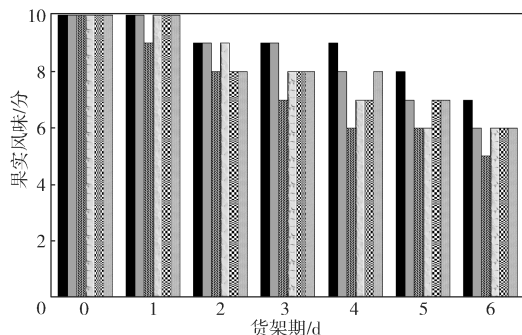
果实风味是果实的内在品质, 受果实的含酸量、含糖量、糖酸比、香味等因素的共同影响, 其中香味由果实中的芳香物质决定, 芳香物具有一定的生理价值和较高的感官价值^[17-18, 27]。在物流及货架期樱桃的芳香物质会挥发, 呼吸作用会消耗果实中的营养物质, 造成果实芳香和酸甜度不同程度的降低, 从而会影响其风味^[27]。图 2 为不同模拟物流下 6 种包装处理的樱桃在货架期果实风味变化图。

从图 2 可以看出:

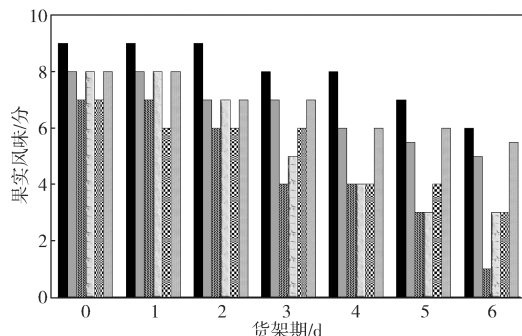
1) 模拟物流 20, 40, 60 h 下, 随着常温货架期时间的增加, 果实风味逐渐变差;

2) 6 d 货架期后, 1 号包装处理的樱桃果实风味保持最好, 评分分别为 7, 6, 4 分, 2 号和 6 号包装处理的樱桃次之;

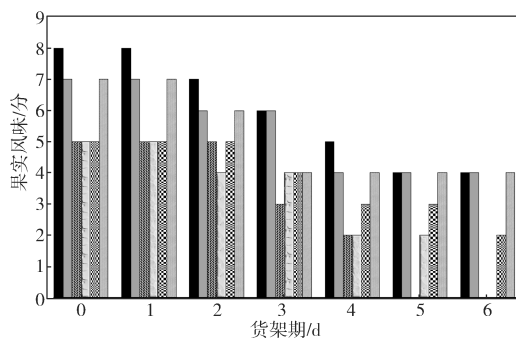
3) 模拟物流 40, 60 h 下, 3 号、4 号、5 号包装处理的樱桃风味变化较快, 6 d 货架期后均失去商品价值^[17-18]。



a) 模拟物流 20 h



b) 模拟物流 40 h



d) 模拟物流 60 h

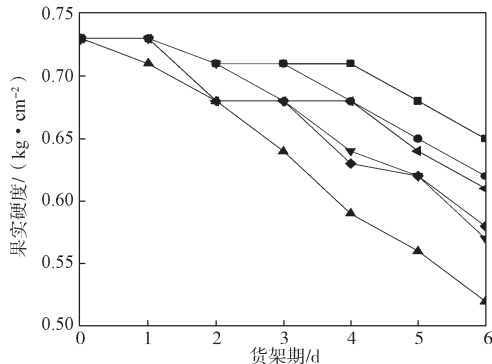
1组; 2组; 3组; 4组; 5组; 6组

图 2 物流模拟后不同包装处理的樱桃在货架期果实风味变化

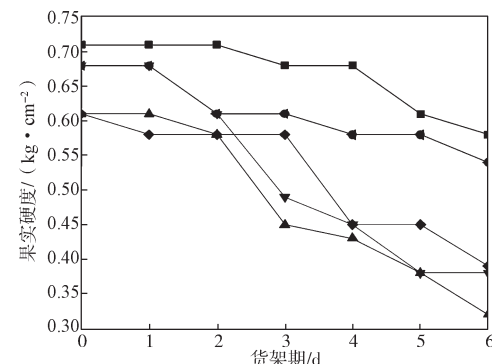
Fig. 2 The variation of fruit flavor for cherries with different treatments in shelf life after logistics simulation

2.2.3 果实硬度变化

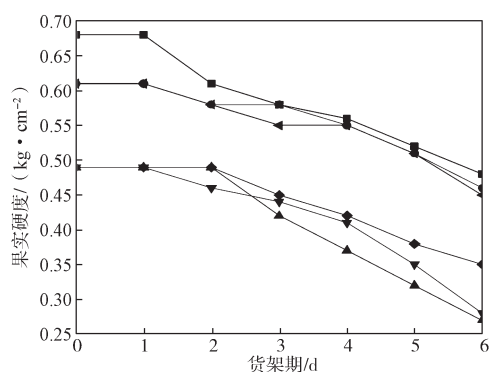
成熟过程中果实细胞壁中胶层果胶在多种水解酶作用下不断被溶解^[28], 致使果实软化。果实硬度能反应果实的软化程度, 是衡量果实品质的重要指标^[29]。有研究报道经乙醇熏蒸和预冷处理可能会降低细胞膜的透水性^[30]和抑制果实细胞壁降解相关酶^[31], 如纤维素酶、果胶甲酯酶和 β -半乳糖苷酶等, 有利于维持果实硬度, 保持果实品质。图 3 为不同模拟物流下 6 种包装处理的樱桃在货架期果实硬度变化图。



a) 模拟物流 20 h



b) 模拟物流 40 h



c) 模拟物流 60 h

—■— 1号; —●— 2号; —▲— 3号;
—▼— 4号; —◆— 5号; —◀— 6号

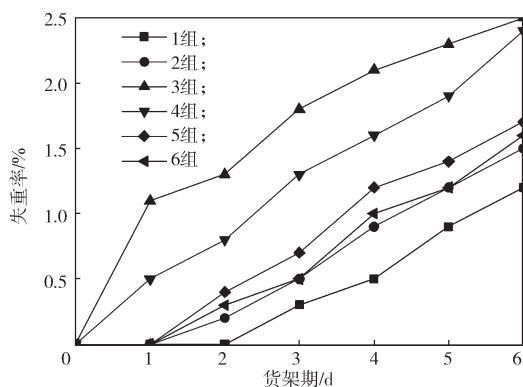
图3 物流模拟后不同包装处理的樱桃在货架期果实硬度变化

Fig. 3 The changes of fruits hardness for cherries with different treatments in shelf life after logistics simulation

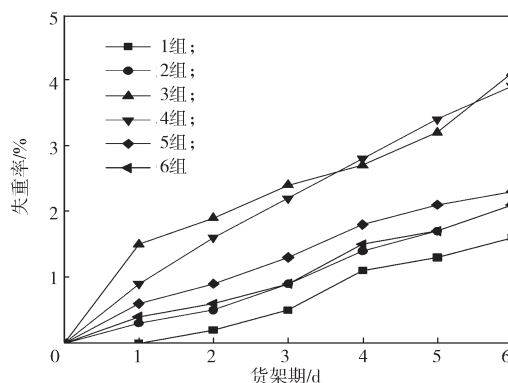
从图3可以看出,不同包装处理的果实硬度随货架期的延长而下降,其中模拟物流20,40,60 h下常温货架期6 d后,3号果实硬度下降速率最快,较试验前的果实硬度(0.73 kg/cm^2)分别下降了28%,55%和63%,1号果实硬度保持最好,果实硬度较试验前分别下降11%,20%和34%,2号和6号次之。6种包装处理的果实硬度由高到低依次为:1号>2号>6号>5号>4号>3号。试验结果表明乙醇熏蒸、预冷处理配合气调处理对保持果实的硬度有重要作用。

2.2.4 失重率变化

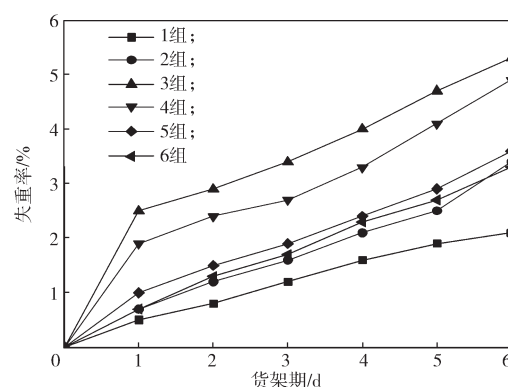
樱桃是浆果,其细胞壁和外壁角质都很薄,采后极易失水,引起樱桃失重。樱桃水分散失分为蒸腾失水和呼吸失水,蒸腾失水约为呼吸失水的10倍^[32]。图4为不同模拟物流下6种包装处理的樱桃在货架期失重率变化图。



a) 模拟物流 20 h



b) 模拟物流 40 h



c) 模拟物流 60 h

图4 物流模拟后不同包装处理的樱桃在货架期的失重率变化

Fig. 4 The variation of weight loss for cherries with different treatments in shelf life after logistics simulation

从图4可以看出,不同物流时间下,随着货架期的增加,6种包装处理的樱桃失重率均呈上升趋势,而且物流时间越长,樱桃在货架期的失重率上升幅度越明显。1号失重率变化最慢,2号和6号次之且其失重率变化十分接近,3号和4号樱桃失重率增加最明显。这说明乙醇熏蒸对抑制樱桃货架期水分散失、保持樱桃果实的新鲜度有影响,这一结果与杨晓哲对甜樱桃的试验结论^[12]一致。同时试验结果也说明预冷处理和气调处理均对降低樱桃货架期的呼吸作用和水分散失有积极的作用,这在其他果蔬的保鲜研究中已经得到证实^[20-21, 33-34]。

2.2.5 VC含量变化

VC是维持人体正常代谢,骨骼、肌肉和血管的正常生理功能的重要营养物质。VC不能在人体内合成,需从食物中摄取^[35]。樱桃是VC含量相对较高的水果,因此VC含量是衡量短柄樱桃新鲜品质的一个重要指标。在物流模拟前测得短柄樱桃的VC质量

分数为 890 mg/kg。图 5 为不同模拟物流下 6 种包装处理的樱桃在货架期 VC 含量变化图。

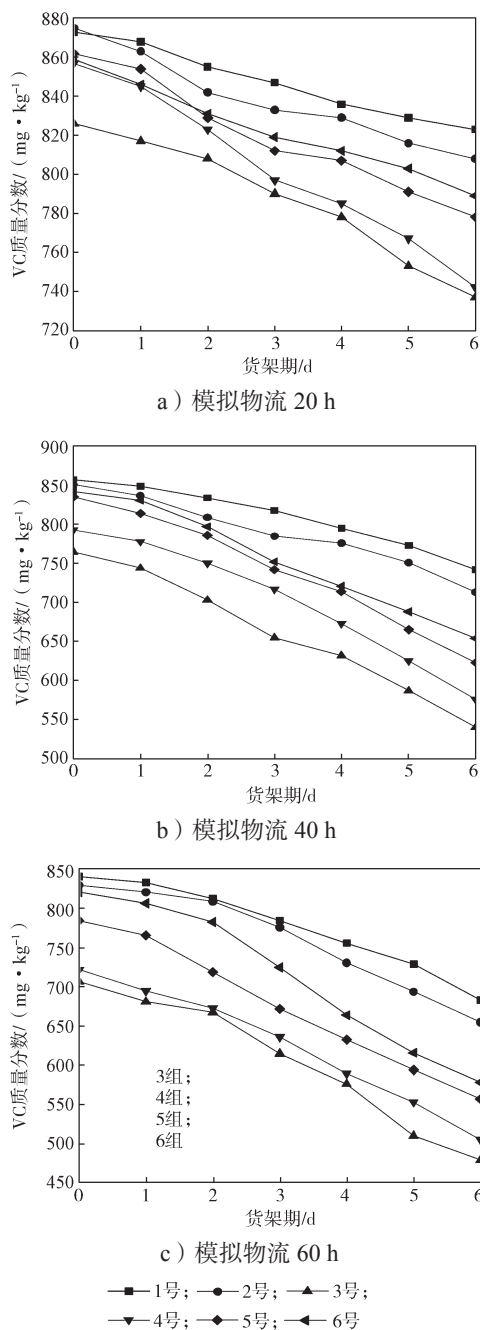


图 5 物流模拟后不同包装处理的樱桃在货架期的 VC 含量变化

Fig. 5 The variation of VC content for cherries with different treatments in shelf life after logistics simulation

由图 5 可知, 随着货架期的增加, 6 种包装处理的樱桃 VC 含量均呈下降趋势。1 号、2 号、5 号和 6 号比 3 号和 4 号的 VC 流失慢, 这说明乙醇熏蒸、预冷处理和气调处理均能在不同程度上抑制 VC 流失。

其中 4 号樱桃的 VC 含量下降较快, 货架期 3 d 后其 VC 含量与 3 号接近。6 种包装处理的樱桃 VC 含量由高到低依次为: 1 号 > 2 号 > 6 号 > 5 号 > 4 号 > 3 号。试验结果说明货架期, 仅经乙醇熏蒸的樱桃 (4 号) VC 含量保持效果不如单一经气调处理 (5 号) 的好, 经乙醇熏蒸 + 气调处理的樱桃 (6 号) VC 含量保持效果比经预冷处理 + 气调处理 (2 号) 的好, 经乙醇熏蒸 + 预冷处理 + 气调处理的樱桃 (1 号) VC 流失最慢, 新鲜品质效果最佳。分析原因可能是由于 VC 性质非常不稳定, 具有较强的还原性, 容易被氧化还原成为其他物质, 且在碱性条件下更易被氧化^[21], 而经乙醇熏蒸和预冷处理的樱桃不易腐烂且内部维持一定的酸度, 因此 VC 氧化缓慢, 同时气调处理后包装内的氧气浓度相对较小、二氧化碳较多亦抑制了 VC 的氧化^[33, 36]。

2.2.6 汁液 pH 值变化

试验所用樱桃为 8~9 成熟, 酸甜可口, 香味浓郁。物流模拟前樱桃 pH 值均在 4.1 左右。图 6 为不同物流时间后樱桃货架期 pH 值变化规律。

由图 6 可知:

1) 模拟物流 20 h 下, 6 种包装处理的樱桃果肉 pH 值均随着货架期的延长而呈上升趋势, 其中 3 号和 4 号樱桃在 6 d 货架期后 pH 值在 7.0 左右;

2) 模拟物流 40 h 下, 3 号和 4 号樱桃的 pH 值随着货架期的延长呈先上升后下降的趋势, 其他包装处理的樱桃 pH 值均随着货架期的延长而上升, 且上升趋势明显;

3) 当物流时间为 60 h 时, 只有 1 号樱桃 pH 值保持上升趋势, 其他包装处理的 pH 值均呈先上升后下降的趋势, 其中在 6 d 货架期结束时 3 号、4 号和 5 号的 pH 值甚至低于试验前。

以上试验结果表明随着物流时间的延长和货架期的延长樱桃 pH 值呈先上升后下降的趋势。这可能是由于樱桃果肉的营养物质随着呼吸作用而被消耗, 导致 pH 值在一定时间内逐渐上升, 而随着货架期的延长樱桃的腐烂程度加深, 出现干瘪和霉变, 其营养物质逐渐被微生物消耗, 果肉变酸导致 pH 值降低^[37]。在货架期 1 号樱桃的 pH 值始终上升, 没有出现下降趋势, 这与 1 号樱桃的腐烂指数低和营养保持好 (图 1、图 4 图 5) 的试验结果相一致。这说明物流前经乙醇熏蒸 + 预冷处理 + 气调处理的短柄樱桃, 货架期果实品质保持良好。

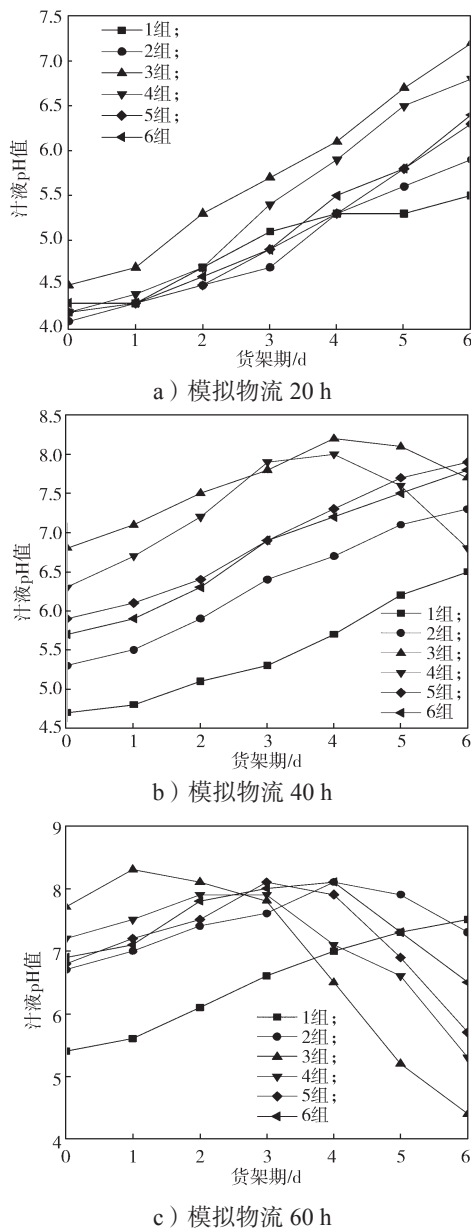


图6 物流模拟后不同包装处理的樱桃在货架期 pH 值变化

Fig. 6 The changes in the pH of cherries with different treatments in shelf life after logistics simulation

3 结语

为降低樱桃的常温物流成本,本文设置了6种包装方式处理樱桃,并模拟不同常温($(23 \pm 1)^\circ\text{C}$)物流试验,物流模拟结束后先测试樱桃各项指标,然后对常温货架期间樱桃各项指标的变化规律进行分析,探讨常温条件下樱桃物流包装处理的最佳方式。研究发现,乙醇熏蒸、预冷处理作为绿色安全的果蔬保鲜

方法,配合气调保鲜包装,对物流前的樱桃进行不同包装处理,常温条件下樱桃在物流及货架期均能较好保持果实品质。不同物流时间后,1号(乙醇熏蒸+预冷处理+气调处理)樱桃货架期内的各项指标均优于其他包装处理的樱桃,且当物流时间为60 h时,只有1号樱桃能够在常温货架期内保持一定的商品价值,因此物流前采用1号包装方式处理樱桃能够使其在一定的物流时间及货架期内保持较好品质。同时,物流时间为20,40 h下,2号(预冷处理+气调处理)和6号(乙醇熏蒸+气调处理)樱桃在货架期也能保持新鲜品质。因此樱桃物流过程中,短距离常温配送时可考虑选择“预冷处理+气调处理”或“乙醇熏蒸+气调处理”的包装处理方式,长距离常温配送时建议采用“乙醇熏蒸+预冷处理+气调处理”包装处理方式,或者放弃常温配送而采用冷链物流方式,以保证樱桃品质,延长货架期。

参考文献:

- [1] 李兴友,付祥钊,范亚明.联合气调包装贮藏对樱桃保鲜效果的影响[J].保鲜与加工,2006,6(2):18-20.
LI Xingyou, FU Xiangzhao, FAN Yaming. Effect of Combined Modified-Atmosphere Packaging on Storage of Postharvest Cherry Fruits[J]. Storage & Process, 2006, 6(2): 18-20.
- [2] 兰鑫哲,胡文忠,姜爱丽. CaCl_2 处理对采后甜樱桃果实生理代谢和品质的影响[J].食品工业科技,2012,33(4):374-377.
LAN Xinzhe, HU Wenzhong, JIANG Aili. Effect of CaCl_2 Treatment on Postharvest Physiology Metabolism and Quality of Sweet Cherry Fruits[J]. Science and Technology of Food Industry, 2012, 33(4): 374-377.
- [3] 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 Zhihong, WANG Chunsheng, CHEN Jia. Research Progress of Preservation Control Techniques of Cherry[J]. Storage & Process, 2012, 12(1): 39-44.
- [4] 唐静静,贾长学.樱桃保鲜运输包装系统研究[J].包装工程,2011,32(19):22-24,53.
TANG Jingjing, JIA Changxue. Study on Cherry Fresh-Keeping and Transport Packaging System[J]. Packaging Engineering, 2011, 32(19): 22-24, 53.
- [5] 郭丹,韩英群,张景娥,等.箱式气调对甜樱桃贮藏及货架品质的影响[J].食品研究与开发,2012,33(6):195-197,204.

- GUO Dan, HAN Yingqun, ZHANG Jing'e, et al. Effect of Plastic Box Modified Atmosphere Storage on the Quality of Sweet Cherry During Storage and Shelf-Life[J]. Food Research and Development, 2012, 33(6): 195-197, 204.
- [6] 王雪莲, 黄震, 张静, 等. 聚乙烯复合膜用于新采樱桃的气调包装保鲜研究[J]. 食品工业科技, 2010, 31(7): 330-332, 354.
- WANG Xuelian, HUANG Zhen, ZHANG Jing, et al. Study on Modified Air Packaging of Freshly-Harvested Cherry with Polyethylene Composite Films[J]. Science and Technology of Food Industry, 2010, 31(7): 330-332, 354.
- [7] 王珊珊, 朱志强, 农绍庄, 等. 樱桃冰温塑料箱式气调保鲜的效果[J]. 果树学报, 2010, 27(5): 843-847.
- WANG Shanshan, ZHU Zhiqiang, NONG Shaozhuang, et al. Research on the Technology of Controlled Freezing-Point and Modified Atmosphere Box Preservation of Sweet Cherry[J]. Journal of Fruit Science, 2010, 27(5): 843-847.
- [8] 宋曰钦, 王建中, 吴迪, 等. 甜樱桃常温液藏保鲜的研究[J]. 食品科技, 2005, 30(11): 70-72.
- SONG Yueqin, WANG Jianzhong, WU Di, et al. Study on Storing Fresh of Sweet Cherry Under Normal Temperature[J]. Food Science and Technology, 2005, 30(11): 70-72.
- [9] 刘孟禹, 钱玉娇, 张敏欢, 等. 改性PBS薄膜对樱桃番茄的自发气调保鲜效果[J]. 食品工业, 2019, 40(8): 169-174.
- LIU Mengyu, QIAN Yujiao, ZHANG Minhuan, et al. Preservation Effect of Modified PBS Film on Cherry Tomato[J]. The Food Industry, 2019, 40(8): 169-174.
- [10] 张潇方, 刘升, 贾丽娥, 等. 樱桃冷链物流保鲜技术研究进展[J]. 保鲜与加工, 2016, 16(5): 120-124.
- ZHANG Xiaofang, LIU Sheng, JIA Li'e, et al. Research Progress on Cold Chain Logistics Technique of Cherry[J]. Storage and Process, 2016, 16(5): 120-124.
- [11] 刘萌, 张振富, 王美兰, 等. 不同包装方式对蓝莓物流及货架期品质构品质的影响[J]. 食品工业科技, 2013, 34(23): 323-327.
- LIU Meng, ZHANG Zhenfu, WANG Meilan, et al. Influence of the Different Packing Ways on Texture Quality of Blueberry with Logistics and Shelf Life[J]. Science and Technology of Food Industry, 2013, 34(23): 323-327.
- [12] 杨晓哲. 乙醇熏蒸对樱桃采后病害及品质的影响[C]//2017中国食品科学技术学会第十四届年会暨第九届中美食品业高层论坛. 无锡: 中国食品科学技术学会和美国食品科技学会, 2017: 670-671.
- YANG Xiaozhe. Effects of Ethanol Fumigation on Postharvest Disease and Quality of Cherry[C]//Food Summit in China 2017& 14th Annual Meeting of CIFST. Wuxi: Chinese Institute of Food Science and Technology and Institute of Food Technologists, 2017: 670-671.
- [13] 杨艳芬. 预冷对气调包装樱桃保鲜效果的研究[J]. 江苏科技信息, 2017(19): 43-45.
- YANG Yanfen. Study on the Effect of Precooling Treatment on Preservation of Cherry with Modified Atmosphere Packaging[J]. Jiangsu Science & Technology Information, 2017(19): 43-45.
- [14] 胡云峰, 王容倩, 贺业鑫, 等. 预混气调包装对常温配送樱桃品质的影响[C]//第五届中国冷冻冷藏新技术、新设备研讨会. 北京: 北京师范大学出版社, 2011: 153-155.
- HU Yunfeng, WANG Rongqian, HE Yexin, et al. Effect of Pre-Mixed Air Modified Atmosphere Packaging on the Quality of Cherries Delivery at Room Temperature[C]//The 5th Symposium on New Equipment & Technology of Freeze and Cold Storage. Beijing: Beijing Normal University Press, 2011: 153-155.
- [15] 金郑阳, 辛颖, 陈复生, 等. 非恒温条件下甜樱桃硬度变化动力学和货架期预测的研究[J]. 河南工业大学学报(自然科学版), 2018, 39(2): 9-14.
- JIN Zhengyang, XIN Ying, CHEN Fusheng, et al. Study of the Degradation Kinetic of Hardness and the Estimated Shelf-Life of Sweet Cherry Under Non-Isothermal Conditions[J]. Journal of Henan University of Technology (Natural Science Edition), 2018, 39(2): 9-14.
- [16] 王太明, 孙蕾, 刘元铅, 等. 大樱桃微气调贮藏技术研究[J]. 山东林业科技, 2002, 32(1): 1-7.
- WANG Taiming, SUN Lei, LIU Yuanqian, et al. Study on Storage Technique with Micro Air Condition for Sweet Cherries[J]. Journal of Shandong Forestry Science and Technology, 2002, 32(1): 1-7.
- [17] 朱麟, 凌建刚, 康孟利, 等. 不同包装方式对兔眼蓝莓保鲜效果的影响[J]. 食品与发酵工业, 2012, 38(3): 190-193.
- ZHU Lin, LING Jiangang, KANG Mengli, et al. Effect of Different Package Methods on Quality of Blueberries During Cold Storage[J]. Food and Fermentation Industries, 2012, 38(3): 190-193.
- [18] 张敬勇, 李东立, 许文才, 等. 二氧化硫缓释杀菌袋对樱桃保鲜性能影响的研究[J]. 包装工程, 2013, 34(15): 49-52, 74.
- ZHANG Jingyong, LI Dongli, XU Wencai, et al. Effect

- of SO₂ Controlled Release Packaging on Preservation Performance of Cherry[J]. Packaging Engineering, 2013, 34(15): 49–52, 74.
- [19] 王红霞, 张伟婵, 孟莉新, 等. 水果中VC含量的测定[J]. 宜春学院学报, 2011, 33(4): 120–121.
- WANG Hongxia, ZHANG Weichan, MENG Lixin, et al. The Determination of Vitamin C in Fruits[J]. Journal of Yichun University, 2011, 33(4): 120–121.
- [20] 朱丽霞, 魏东. 冷激处理对樱桃果实抗冷性和贮藏品质的影响[J]. 贵州农业科学, 2009, 37(11): 167–169.
- ZHU Lixia, WEI Dong. Effects of Freezing Water Treatment on Cold Resistance and Storage Quality of Cherry Fruits[J]. Guizhou Agricultural Sciences, 2009, 37(11): 167–169.
- [21] 宋耀, 张静. 樱桃番茄采后贮藏保鲜技术研究进展[J]. 保鲜与加工, 2016, 16(5): 116–120.
- SONG Yao, ZHANG Jing. Research Progress on Storage Technology of Postharvest Cherry Tomato[J]. Storage and Process, 2016, 16(5): 116–120.
- [22] 杨娟侠, 王淑贞, 王丹, 等. 低温下二氧化氯(ClO₂)处理对采后甜樱桃病害抑制效果研究[J]. 山东农业科学, 2014, 46(1): 89–91.
- YANG Juanxia, WANG Shuzhen, WANG Dan, et al. Inhibitory Effects of Chlorine Dioxide(ClO₂) on Postharvest Diseases of Sweet Cherry Under Low Temperature[J]. Shandong Agricultural Sciences, 2014, 46(1): 89–91.
- [23] WANG K T, JIN P, TANG S S, et al. Improved Control of Postharvest Decay in Chinese Bayberries by a Combination Treatment of Ethanol Vapor with Hot Air[J]. Food Control, 2011, 22(1): 82–87.
- [24] 姬亚茹, 周福慧, 姜爱丽, 等. 乙醇熏蒸处理对采后蓝莓果实品质的影响[J]. 包装工程, 2018, 39(13): 85–92.
- JI Yaru, ZHOU Fuhui, JIANG Aili, et al. Effects of Ethanol Fumigation Treatments on the Quality of Postharvest Blueberry Fruits[J]. Packaging Engineering, 2018, 39(13): 85–92.
- [25] 张望舒, 郑金土, 陈秋燕, 等. 贮藏环境湿度对采后杨梅果实品质的影响[J]. 果树学报, 2010, 27(2): 251–256.
- ZHANG Wangshu, ZHENG Jintu, CHEN Qiuyan, et al. Effects of Relative Humidity in Storage on Fruit Quality of Chinese Bayberry Cultivars[J]. Journal of Fruit Science, 2010, 27(2): 251–256.
- [26] 石润润, 王允祥, 庞林江. 气调保鲜体系关键因子对樱桃保鲜的影响[J]. 安徽农业科学, 2015, 43(13): 261–262, 275.
- SHI Runrun, WANG Yunxiang, PANG Linjiang. The Key Factors of Modified Atmosphere System and the Preservation Effects on Cherries[J]. Journal of Anhui Agricultural Sciences, 2015, 43(13): 261–262, 275.
- [27] ZHANG X, JIANG Y M, PENG F T, et al. Changes of Aroma Components in Hongdeng Sweet Cherry During Fruit Development[J]. Agricultural Sciences in China, 2007, 6(11): 1376–1382.
- [28] SEYMOUR G B, COLQUHOUN I J, DUPONT M, et al. Composition and Structural Features of Cell Wall Polysaccharides from Tomato Fruits[J]. Phytochemistry, 1990, 29(3): 725–731.
- [29] BAI J H, PLOTTO A, SPOTTS R, et al. Ethanol Vapor and Saprophytic Yeast Treatments Reduce Decay and Maintain Quality of Intact and Fresh-Cut Sweet Cherries[J]. Postharvest Biology and Technology, 2011, 62(2): 204–212.
- [30] LI M L, LI X A, LI J, et al. Responses of Fresh-Cut Strawberries to Ethanol Vapor Pretreatment: Improved Quality Maintenance and Associated Antioxidant Metabolism in Gene Expression and Enzyme Activity Levels[J]. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 2018, 66(31): 8382–8390.
- [31] DE FRANÇA D L B, BRAGA G C, LAURETH J C U, et al. Physiological Response, Antioxidant Enzyme Activities and Conservation of Banana Treated with Ethanol Vapor[J]. Journal of Food Science and Technology, 2019, 56(1): 208–216.
- [32] 刘青, 李东立, 许文才, 等. 低温(2℃)下不同类型功能包装对樱桃保鲜效果的影响[J]. 农产品加工, 2015(14): 5–7, 11.
- LIU Qing, LI Dongli, XU Wencai, et al. Preservation Effect of Different Films on the Cherry at Low Temperature (2℃)[J]. Farm Products Processing, 2015(14): 5–7, 11.
- [33] 楼宇涛, 施南芳, 吾建祥. 不同预冷处理对葡萄冰温贮藏的影响[J]. 中国南方果树, 2015, 44(4): 91–92.
- LOU Yutao, SHI Nanfang, WU Jianxiang. Effect of Different Pre-Cooling on Grapes Stored at Controlled Freezing-Point Temperature[J]. South China Fruits, 2015, 44(4): 91–92.
- [34] 方宗壮, 何艾, 窦志浩, 等. 不同气调包装结合低温处理对鲜切菠萝贮藏品质的影响[J]. 河南工业大学学报(自然科学版), 2018, 39(4): 102–107.
- FANG Zongzhuang, HE Ai, DOU Zhihao, et al. Effect of Different Modified Atmosphere Packaging Treatments with Low Temperature on Storage Quality of Fresh-Cut

- Pineapple[J]. Journal of Henan University of Technology (Natural Science Edition), 2018, 39(4): 102–107.
- [35] 王文静. 大樱桃果实贮藏过程中多酚氧化酶的研究 [J]. 现代农业科技, 2013(21): 277–278.
WANG Wenjing. Study on Polyphenol Oxidase of Europe Cherry in Hoarding Progress[J]. Modern Agricultural Science and Technology, 2013(21): 277–278.
- [36] 王志华, 王文辉, 佟 伟, 等. 高 O₂ 和高 CO₂ 浓度以及近冰温贮藏对樱桃保鲜效果的影响 [J]. 辽宁农业科学, 2010 (5): 28–32.
WANG Zhihua, WANG Wenhui, TONG Wei, et al. Effect of Elevated O₂, CO₂ Concentrations and Ice-Temperature Preservation on Cherry[J]. Liaoning Agricultural Sciences, 2010(5): 28–32.
- [37] 张 倩, 辛 力, 亓雪龙, 等. 肉桂精油对甜樱桃果实品质和货架期的影响 [J]. 核农学报, 2015, 29(9): 1737–1742.
ZHANG Qian, XIN Li, QI Xuelong, et al. Effects of Cassai Oil on the Shelf-Life and Quality of Sweet Cherry Fruits[J]. Journal of Nuclear Agricultural Sciences, 2015, 29(9): 1737–1742.

(责任编辑: 邓 彬)

Experimental Study on Effects of Cherry Preservation Quality Based on Different Packaging Treatments

JIANG Nan, LI Xia, LUO Zhanhui, Deng Jing

(College of Packaging and Materials Engineering^a, Key Laboratory of New Materials and Technology for Packaging^b,
Hunan University of Technology, Zhuzhou Hunan 412007, China)

Abstract: Logistics and shelf - life preservation of cherry is based on cold chain technology, resulting in restrictions on cherry sales. In order to explore the best mode for cherry distribution at ambient temperature, six different pre-logistics treatment and packaging methods were designed for logistics simulation and shelf-life simulation under ambient temperature condition ((23 ± 1) °C). The values of cherry quality indicators with different treatments at the end of the logistics were determined and the value variation of cherry sensory indicators and nutritional indicators of shelf life after logistics simulation were analyzed. The results of research showed that the cherries in treatment No.1 and packaging (ethanol fumigation + precooling + MAP) maintained the best quality and their indicators after different logistics time and corresponding shelf life were better than those with other treatment methods. It indicated that to a certain extent method No.1 could realize the cherry distribution at ambient temperature and reduce logistics costs. Cherries in No.2 (precooling + MAP) and No.6 (ethanol fumigation + MAP) after 20 h and 40 h logistics and the corresponding shelf-life were slightly poorer in quality than the cherries in packaging No.1, this results showed that No.2 and No.6 methods could be selected for short distance distribution under ambient temperature conditions while ensuring the quality of cherry.

Keywords: cherry; ethanol fumigation; precooling; modified atmosphere packaging (MAP)