

文章编号: 1674-7054(2018)01-0101-08

气调包装微环境对樱桃品质的影响

王维海¹ 李源钊¹ 吴先辉² 庞杰¹

(1. 福建农林大学 食品学学院, 福州 350002; 2. 宁德职业技术学院 福建 福安 355000)

摘要: 为了延长樱桃的保鲜时间, 通过控制气调包装的不同气体比例对山东烟台产的雷尼樱桃进行保鲜, 测定保鲜 30、60、90、120 d 后樱桃的腐烂率、硬度、可滴定酸含量和可溶性固形物含量等指标, 确定雷尼樱桃气调包装保鲜的最佳气体比例。结果表明, 当气体比例 O₂ 浓度为 7%、CO₂ 浓度为 20% 时, 气调保鲜雷尼樱桃效果最好。在此条件下保鲜的雷尼樱桃, 果实腐烂率最低, 可滴定酸和可溶性固形物含量变化相对较小, 樱桃果肉的硬度变化也相对较小。

关键词: 雷尼樱桃; 气调包装保鲜; 最佳气体比例

中图分类号: S 477 文献标志码: A DOI: 10.15886/j.cnki.rds wxb.2018.01.013

樱桃汁多皮薄, 极易腐烂和褐变^[1], 采摘后如果不及时采取有效的贮藏保鲜措施, 几天后就会枯萎、果实软化和风味变淡等, 失去其商品和食用价值^[2]。为了延长樱桃的保鲜时间, 保障樱桃的风味品质, 加快樱桃产业的发展, 实现樱桃生产的良性循环, 对樱桃贮藏保鲜的理论研究显得尤为重要^[3]。近几年来对于樱桃保鲜的研究有了一定的突破, 但保鲜方法都各有优缺点。如低温保鲜可以降低水果贮藏环境的温度, 降低果实内相关酶活性, 减少呼吸消耗从而延长水果的保质期^[4], 而有研究表明, 甜樱桃的贮藏温度在 -1 ~ 1 °C, -1 °C 以下则容易对樱桃造成冷害或冻害^[2], 且低温保鲜对机器设备要求高, 能耗大^[5]。辐照保鲜能够干扰基础代谢, 减慢果实的衰老与成熟过程, 还可以杀灭病原性微生物^[6], 但如果辐照剂量不当, 会加快果实的成熟与衰老^[7]。化学保鲜剂具有使用方便、效果显著的特点, 但如何确保化学保鲜剂的使用安全问题有待进一步研究^[4]。目前, 国内外大多数研究均认为气调保鲜是樱桃保鲜最有效的措施之一^[8], 研究表明^[9-11], 甜樱桃果实采后贮藏较高浓度 CO₂ 和较低浓度 O₂ 条件下, 有利于减缓呼吸代谢, 减少果实贮藏期间褐腐病的发生, 保持果实的品质和延长贮藏期限。笔者通过气调包装来控制不同比例的气体对雷尼(Rainier)樱桃保鲜的影响, 测定保鲜 30、60、90、120 d 后樱桃的腐烂率、硬度、可滴定酸含量、可溶性固形物含量等指标, 旨在探讨气调微环境改善樱桃品质的机理, 为樱桃保鲜提供理论依据。

1 材料与amp;方法

1.1 仪器与试剂 雷尼樱桃采自山东烟台樱桃种植基地; O₂、CO₂、N₂ 均为烟台明炬气体股份有限公司产品, 纯度为 99% 以上; 氯化钙、氢氧化钠均为分析纯。气调包装机, 上海伊茨郎机械设备有限公司; 气调包装盒, 海信保包装有限公司; CT3 质构仪, 美国 Brookfield 公司; 2WAI 阿贝折射仪, 上海光学仪器厂; CS-820 台式分光测色仪, 杭州彩谱科技有限公司。

1.2 气调方法 本实验采用单因素实验设计, 分 2 次完成, 第 1 次, 把 O₂ 设定为定值, CO₂ 为变量, 第 2 次把 CO₂ 设定为定值, O₂ 为变量, 充入空气的作为空白组。选择无病、虫、伤, 大小均匀的雷尼樱桃, 蒸馏水

收稿日期: 2017-10-03

修回日期: 2017-12-27

基金项目: 国家自然科学基金项目(3141704); 福建省自然科学基金项目(2018J01142, 2017J01155)

作者简介: 王维海(1990-)男, 福建农林大学 2016 级硕士研究生. E-mail: 1534370041@qq.com

通信作者: 庞杰(1965-)男, 研究员. 研究方向: 食品化学与食品保鲜. E-mail: pang3721941@163.com;

吴先辉(1922-)男, 教授. 研究方向: 多糖的结构与功能. E-mail: 1141091859@qq.com

清洗后随机分组,分组情况见表 1。将各组樱桃分别进行气调包装处理(图 1),实验所用气体成分有 3 种: N_2 、 O_2 、 CO_2 ,气调包装机预热 40 min 达到温控温度后,气体比例设定见表 1,每 200 g 雷尼樱桃装 1 盒,对气调包装盒进行封装,然后将包装盒置于泡沫箱中。称取樱桃样品质量后,将其质量和保鲜方法填写在包装盒上,之后置于冷库中,在 $(0 \pm 0.5)^\circ C$ 条件下低温贮藏。实验过程中,定期(0, 30, 60, 90, 120 d)检测 1 次相应指标,每次取 3 盒进行平行检测,取平均值。

表 1 气调分组

Tab. 1 Groups of air conditioning

| 空白组 Blank group | 固定 O_2 组 The O_2 group | 固定 CO_2 组 The CO_2 group |
|-----------------|----------------------------|------------------------------|
| 空气 Air | 5% O_2 + 0% CO_2 | 1% O_2 + 20% CO_2 |
| | 5% O_2 + 10% CO_2 | 3% O_2 + 20% CO_2 |
| | 5% O_2 + 15% CO_2 | 5% O_2 + 20% CO_2 |
| | 5% O_2 + 20% CO_2 | 7% O_2 + 20% CO_2 |
| | 5% O_2 + 25% CO_2 | |
| | | |

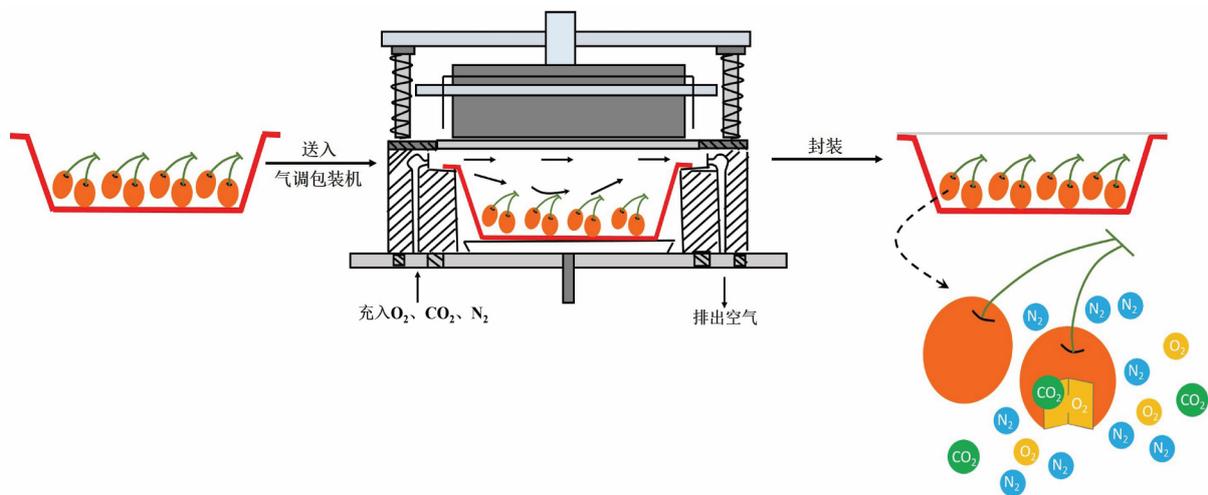


图 1 樱桃气调包装微环境示意图

Fig. 1 Schematic diagram of micro environment of modified atmosphere packaging of cherries

1.3 相关指标测定

1.3.1 腐烂率的测定 樱桃表面病斑直径大于 2 mm 时,则认为该樱桃已失去商品价值。统计贮藏 0, 30, 60, 90, 120 d 包装盒内樱桃的好果数,按照腐烂率计算公式进行计算,得出腐烂率。

$$\text{腐烂率}(\%) = (\text{总果数} - \text{好果数}) / \text{总果数} \times 100\% \quad (1)$$

1.3.2 色差的测定 表面颜色是果蔬的重要品质指标之一。表面颜色不仅影响到消费者的感官判断,颜色变化还能直接反映果实的成熟度、新鲜度以及内部品质的变化。研究表明^[12]果蔬表面颜色与果实硬度、糖和酸的含量等内部品质具有较好的相关性,通过对表面颜色的测定可预测果实内部品质。雷尼樱桃果肉的颜色直接反应雷尼樱桃的品质,可通过对雷尼樱桃色差的测定,来研究雷尼樱桃气调保鲜的效果。色差的测定采用台式分光测色仪测定,主要是根据 CIE 色空间的 Lab 和 Lch 原理,测量显示出样品与被测样品的 ΔLab 值。将色差计调至 $L^* a^* b^*$ 系统(采用 CIE1976 表色系统),每次对样品测量 3 次,测定 5 个样品,取平均值。计算彩度 C 值的公式:

$$C = (a^{*2} + b^{*2})^{1/2} \quad (2)$$

1.3.3 硬度的测定 使用质构仪测定各条件下贮藏 0, 30, 60, 90, 120 d 樱桃果皮的质构,得到雷尼樱桃贮藏过程中质构的变化情况。质构仪选用 TA39 探头,测试速度和返回速度均为 $0.5 \text{ mm} \cdot \text{s}^{-1}$ 。

1.3.4 可滴定酸含量的测定 吸取雷尼樱桃汁液 10.0 mL,置于 100 mL 容量瓶,定容至刻度,摇匀。平稳放置 30 min 过滤。吸取 20.0 mL 滤液,置于烧杯中,将烧杯放在磁力搅拌器上,放入搅拌棒,插入玻璃电极和甘汞电极,滴定管尖端插入样液内 0.5~1 cm,用玻璃棒不断搅拌,用氢氧化钠溶液迅速滴定 pH 为 6,然后减慢其滴定速度。当 pH 接近 7.5 时,每次加入氢氧化钠溶液 0.1~0.2 mL,并于每次加入后记录 pH 读数和氢氧化钠溶液的总体积,继续滴定至 pH 8.3,在 pH (8.1 ± 0.2) 的范围内, pH 值小于 8.1 时消耗的氢氧化钠体积记为 V_1 ,滴定 pH 值记为 pH_1 , pH 大于 8.1 时消耗的氢氧化钠体积记为 V_2 ,滴定 pH 值记为 pH_2 ,用内插法求出滴定至 pH 8.1 所消耗的氢氧化钠溶液体积 V_x 。通过公式(3)求得 V_x 即为滴定至 pH 8.1 所消耗的氢氧化钠溶液体积。

$$\frac{8.1 - pH_1}{V_x} = \frac{pH_2 - pH_1}{V_2 - V_1} \quad (3)$$

可滴定酸含量的计算公式:

$$\text{含酸量}(\%) = \frac{V \times N \times \text{折算系数} \times B}{b \times A} \times 100 \quad (4)$$

式中:V—NaOH 液用量(mL);N—NaOH 液当量浓度($\text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$);A—样品克数;B—样品液制成的总毫升数;b—滴定时用的样品液毫升数;折算系数,是根据苹果酸来计算,取值为 0.067。

1.3.5 过氧化物酶(POD)含量的测定 采用植物过氧化物酶(POD)ELISA 检测试剂盒测定 POD 含量。自备物品:酶标仪(450 nm)、高精度加样器及枪头:0.5~10 μL 、2~20 μL 、20~200 μL 、200~1 000 μL ;37 $^{\circ}\text{C}$ 恒温箱用酶标仪在 450 nm 波长下测定吸光度(OD 值),计算样品浓度。

1.3.6 维生素 B1 含量的测定 维生素 B1 含量的测定采用高效液相色谱法测定。建立高效液相色谱(HPLC)法测定维生素 B2 含量。方法:采用 Venusil AA (4.6 × 250 mm, 5 μm) 色谱柱,以 0.1% TFA in H_2O 、ACN(乙腈)为流动相,流速 1.0 $\text{mL} \cdot \text{min}^{-1}$,检测波长 254 nm,进样:20 μL ,柱温 30 $^{\circ}\text{C}$ 。

线性梯度洗脱:

0~10 min (A: 95% ,B:5%)

10~15 min (A: 10% ,B:90%)

15~20 min (A: 10% ,B:90%)

21 min (Stop)

1.4 数据处理 用 Excel 2013 进行数据统计,SPSS 17. 软件进行方差分析及最小差异显著性检验($P < 0.05$)。

2 结果与分析

2.1 腐烂率分析 樱桃贮藏中存在的主要问题是腐烂变质,在(0 ± 0.5) $^{\circ}\text{C}$ 低温贮藏条件下,雷尼樱桃随着储藏天数的增加,各气调包装组樱桃的腐烂率均呈逐渐上升趋势,这与张倩等实验结果相一致^[12],气调各组腐烂率较空气组均低,具有显著性差异($P < 0.05$)。在图 2(a)中 5% O_2 + 10% CO_2 气调包装组保藏 30 d 的腐烂率为 3.33%,120 d 的腐烂率为 12.50%,腐烂率增加了 9.17%,该组腐烂率增加的最大,说明 5% O_2 + 10% CO_2 气调不利于雷尼樱桃的保鲜;5% O_2 + 20% CO_2 气调包装组保藏 30 d 的腐烂率是 0,120 d 的腐烂率是 10.00%,该组比其他各组的腐烂率都低。在图 2(b)中,空气组的腐烂率增长最快,说明空气组不利于雷尼樱桃的保鲜,其他各组的腐烂率相差不大;在 120 d 时空气组的腐烂率高达 23.33%,7% O_2 + 20% CO_2 气调包装组的腐烂率为 5.88%,是腐烂率最低的一组。由图 2 可知,气调微环境影响了雷尼樱桃的腐烂率,高 CO_2 、低 O_2 的条件下有利于雷尼樱桃的保鲜。

2.2 色差的变化 彩度越低,樱桃发生褐变的可能性越大。由图 3 可见,雷尼樱桃的彩度值呈现下降的趋势,各组的彩度变化具有显著性差异($P < 0.05$)。在图 3(a)中,保藏到 30 d 时,各气调包装组的彩度值变化不大,经过 60 d 的保藏,5% O_2 + 0% CO_2 气调包装组的彩度值为 45.86;5% O_2 + 20% CO_2 气调包装组的彩度值为 48.23;5% O_2 + 30% CO_2 气调包装组的彩度值为 46.23。保藏到 120 d 时,5% O_2 + 15% CO_2 气调包装组的彩度值 40.93,彩度值最低;5% O_2 + 30% CO_2 气调包装组的彩度值为 44.80;5% O_2 + 20% CO_2 气

调包装组的彩度值 44.98 其彩度值较大。从图 3(b)中可见 新鲜雷尼樱桃的彩度值为 53.63 保藏 60 d 空气组的彩度值为 48.23 其彩度值变化较大;7% O₂ + 20% CO₂ 气调包装组的彩度值为 48.68。当保藏到 120 d 空气组的彩度值下降到 40.11;7% O₂ + 20% CO₂ 气调包装组彩度值下降到 44.12 彩度值变化较小 樱桃发生褐变的可能性较低。

由图 4(a)可知 随着保藏时间的延长 雷尼樱桃的亮度均呈现下降的趋势。经过 60 d 的保藏 5% O₂ + 10% CO₂ 气调包装组亮度值较高为 59.65;5% O₂ + 20% CO₂ 气调包装组亮度值较低为 58.78;保藏到 120 d 5% O₂ + 10% CO₂ 气调包装组亮度值为 53.32 ;5% O₂ + 20% CO₂ 气调包装组亮度值为 55.18 是各组中最高的。从整体来看 5% O₂ + 20% CO₂ 气调包装组是各组中保藏效果最好的。从图 4(b)可以看出 新鲜雷尼樱桃的亮度值是 75.37 经过 60 d 的保藏后 空气组亮度值为 63.23 其值较高 7% O₂ + 20% CO₂ 气调包装组亮度值为 635;经过 120 d 保藏 空气组亮度值为 51.70 其值最低;7% O₂ + 20% CO₂ 气调包装组亮度值为 56.41 是各组中最高的($P < 0.05$)。

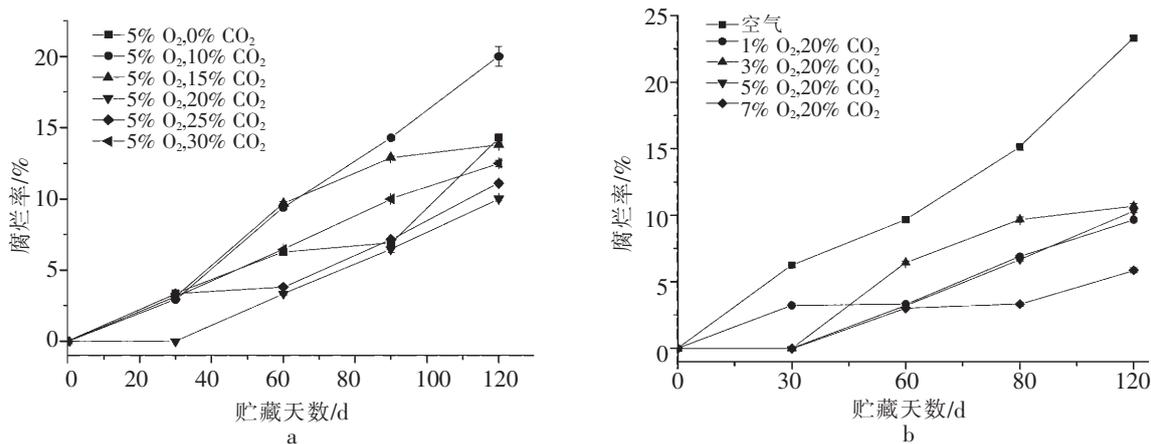


图 2 雷尼樱桃保藏期间腐烂率的变化

Fig. 2 Change of decay rate of cherries during storage

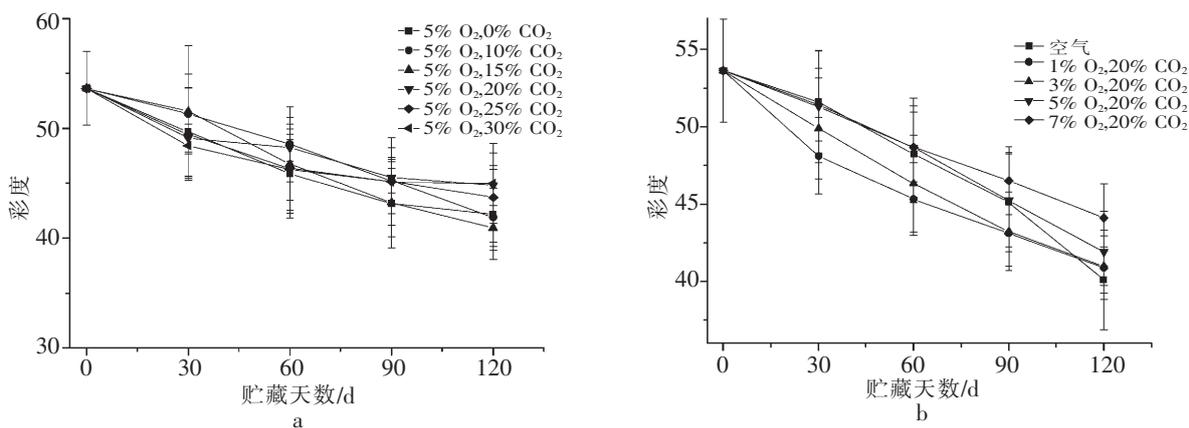


图 3 雷尼樱桃保藏期间彩度的变化

Fig.3 Changes cherries in chroma during storage

2.3 气调包装保鲜对雷尼樱桃硬度的影响 硬度是判断水果类耐贮性的重要指标 ,也是衡量樱桃采后新鲜程度的直观标准^[13] ,由图 5 可见 随着时间的延长 雷尼樱桃的硬度出现先下降又上升的现象 造成这种现象原因可能是 雷尼樱桃果实后熟 导致组织变软 硬度下降;随着保藏时间的过长 果肉出现了木质化 导致组织变硬 雷尼樱桃的硬度变大。从图 5(a)中可知 5% O₂ + 20% CO₂ 气调包装组在贮藏的过程中 雷尼樱桃的硬度由 2 940.2 g · cm⁻²下降至 2 700 g · cm⁻² 相比其他各组 ($P < 0.05$) 硬度变化的幅度最小;从图 5(b)中可知 气调包装保鲜雷尼樱桃的气体浓度 O₂ 为 7% ,CO₂ 为 20% 时 雷尼樱桃保藏的过程中硬度变化较小。

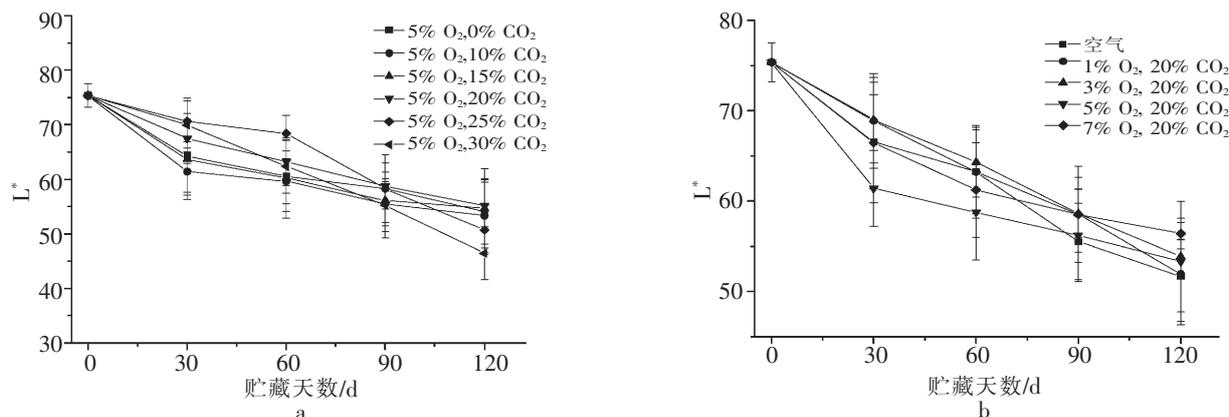


图 4 雷尼樱桃保藏期间亮度的变化

Fig.4 Changes of cherries in brightness during storage

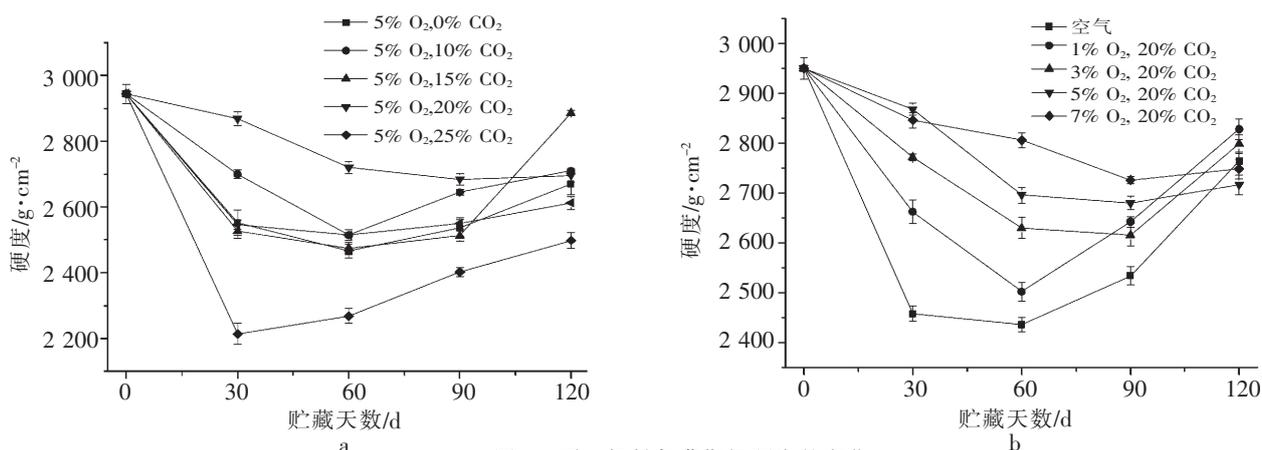


图 5 雷尼樱桃保藏期间硬度的变化

Fig.5 Changes of cherries in hardness during storage

2.4 气调包装保鲜对雷尼樱桃可滴定酸含量的影响 可滴定酸含量可以反映水果在贮藏过程中营养风味的变化^[14]。樱桃采后呼吸强度大,呼吸作用大量消耗樱桃果实的可滴定酸,使可滴定酸含量快速下降,严重影响樱桃风味,因此可滴定酸含量也是重要的保鲜指标。从图 6 可见,随着保藏时间的延长,可滴定酸含量呈现下降的趋势,图 6(a)中,当 O_2 浓度为 5%, CO_2 浓度为 20%, 气调包装保鲜雷尼樱桃的可滴定酸的含量下降较缓慢,保藏过程中可滴定酸含量变化最小,该组较其他组具有显著性差异 ($P < 0.05$)。图 6(b)中可知,新鲜雷尼樱桃的可滴定酸含量为 $2.93 \text{ mg} \cdot \text{g}^{-1}$,空气组可滴定酸含量下降的速度相对较快;与其他组相比,7% $O_2 + 20\% CO_2$ 气调包装组樱桃果实在贮藏过程中可滴定酸含量下降速度相对较慢,含量一直高于其他各组,该组与其他各组具有显著性差异 ($P < 0.05$)。

2.5 气调包装保鲜对雷尼樱桃可溶性固形物含量的影响 可溶性固形物含量高,樱桃的含糖量就高,营养价值就高^[14]。由图 7 可见,雷尼樱桃在贮藏过程中可溶性固形物含量呈先上升再下降趋势,这种现象可能是因为樱桃果实自身生理代谢作用,在贮藏初期樱桃果肉中的淀粉转化为糖类,随着贮藏时间的延长,呼吸作用消耗大量的糖类。由图 7(a)知,5% $O_2 + 20\% CO_2$ 气调包装组的可溶性固形物在贮藏过程中变化最小,而其他组变化较大,与各组具有显著性差异 ($P < 0.05$)。由图 7(b)可知,在 30 d 时,可溶性固形物含量,空气组由 15.88% 下降到 14.13%;1% $O_2 + 20\% CO_2$ 气调包装组由 15.88% 下降到 13.70%,下降的最多;3% $O_2 + 20\% CO_2$ 气调包装组由 15.88% 下降到 15.25%;5% $O_2 + 20\% CO_2$ 气调包装组从 8% 下降到 15.37%,下降的最少,与各组均有显著性差异 ($P < 0.05$)。

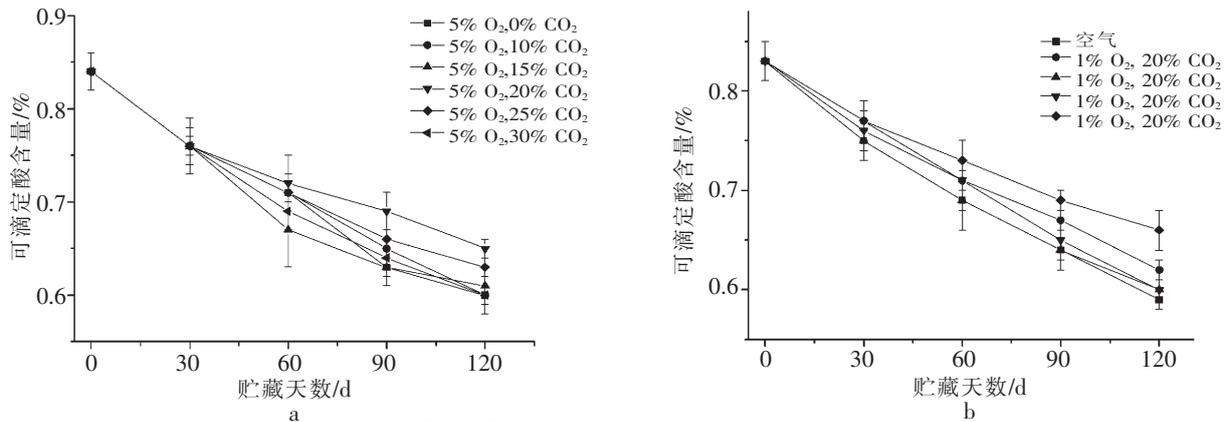


图 6 雷尼樱桃保藏期间可滴定酸的变化
Fig.6 Changes of cherries in titratable acid during storage

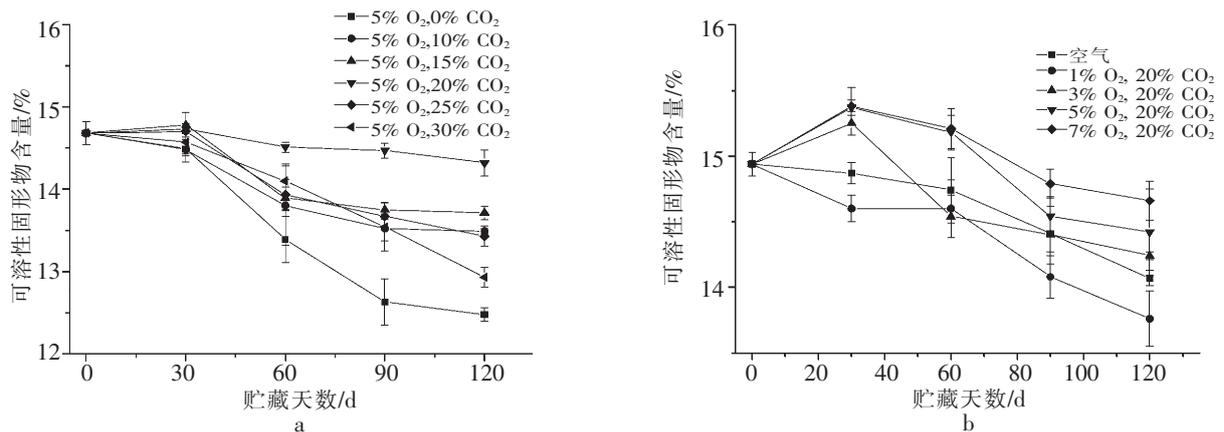


图 7 雷尼樱桃保藏期间可溶性固形物的变化
Fig.7 Changes of cherries in soluble solids during storage

2.6 气调包装保鲜对雷尼樱桃多酚氧化酶(PPO)含量的影响 多酚氧化酶(PPO)能催化酚类物质氧化反应,广泛存在于自然界,是引起水果发生酶促褐变的主要酶类^[15]。PPO的酶促褐变作用不仅影响水果及其制品的色泽和风味,同时也会造成水果某些营养物质的破坏。由图8可见,随着贮藏时间的变化,雷尼樱桃中的PPO含量均呈上升趋势。图8(a)中5% O₂+25% CO₂气调包装组,PPO含量16.19 mg·g⁻¹增加到36.78 mg·g⁻¹,具有显著性差异(P<0.5);5% O₂+20% CO₂气调包装组,PPO含量由16.19 mg·g⁻¹增加到25.99 mg·g⁻¹,与其他组相比有显著性差异(P<0.05),PPO含量增加的较少;由图8(b)看出,空气组PPO含量由16.19 mg·g⁻¹增加到45.5 mg·g⁻¹,增量最大(P<0.05);7% O₂+20% CO₂气调包装组PPO含量由16.19 mg·g⁻¹增加到25.17 mg·g⁻¹,增加量最小;而其他组PPO含量均有不同程度增加。PPO含量越高,雷尼樱桃发生酶促褐变越严重,进一步造成了雷尼樱桃中某些营养物质的破坏,从而导致雷尼樱桃变得不新鲜,不利于樱桃保藏。

2.7 维生素B1含量的变化 由图9可知,雷尼樱桃保藏过程中维生素B1含量随时间的延长呈总体减少的趋势,各组雷尼樱桃维生素B1含量的变化均有差异(p<0.5)。由图9(a)可知,保藏到30 d时,维生素B1的含量变化不是很大;保藏到60 d时,5% O₂+10% CO₂气调包装组雷尼樱桃维生素B1含量下降到3.66 mg·kg⁻¹,5% O₂+20% CO₂气调包装组雷尼樱桃维生素B1含量下降到3.68 mg·kg⁻¹;保藏到120 d时,5% O₂+10% CO₂气调包装组雷尼樱桃维生素B1含量下降到3.51 mg·kg⁻¹,5% O₂+20% CO₂气调包装组雷尼樱桃维生素B1含量下降到3.59 mg·kg⁻¹。从图9(b)可知,保藏30 d后,空气组雷尼樱桃维生素B1含量下降到3.75 mg·kg⁻¹,5% O₂+0% CO₂气调包装组雷尼樱桃维生素B1含量下降到3.80 mg·kg⁻¹,7% O₂+20% CO₂气调包装组雷尼樱桃维生素B1含量下降到3.78 mg·kg⁻¹;经过120 d的保藏后,空气组雷尼樱桃维生素B1含量下降到3.52 mg·kg⁻¹,5% O₂+0% CO₂气调包装组雷尼

樱桃维生素 B1 含量下降到 $3.59 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$, $7\% \text{ O}_2 + 20\% \text{ CO}_2$ 气调包装组雷尼樱桃维生素 B1 含量下降到 $3.64 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ 。从整个保藏过程维生素 B1 含量的下降总量来看, $7\% \text{ O}_2 + 20\% \text{ CO}_2$ 气调包装组雷尼樱桃维生素 B1 含量下降的最少, 其保藏效果较好。

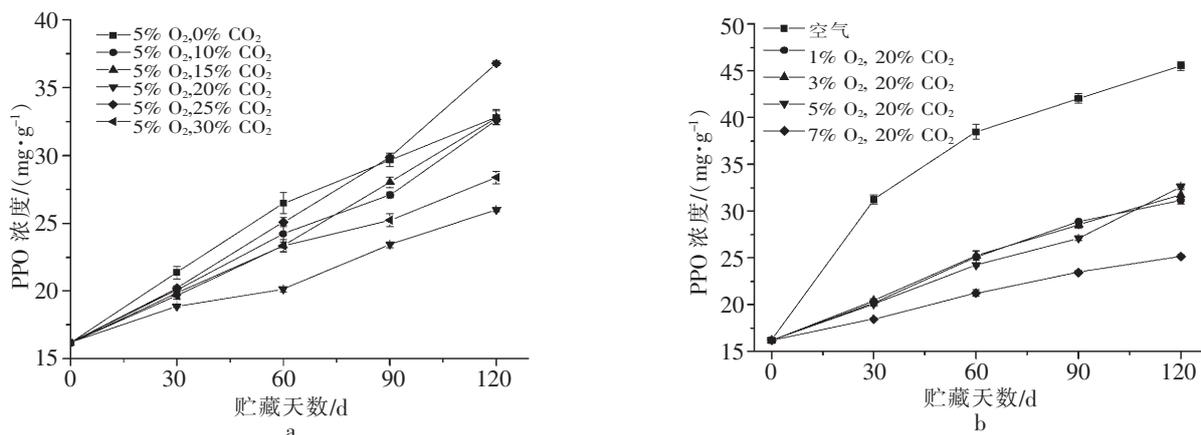


图 8 雷尼樱桃保藏期间多酚氧化酶(PPO)含量的变化

Fig.8 Changes of cherries in polyphenol oxidase (PPO) content during storage

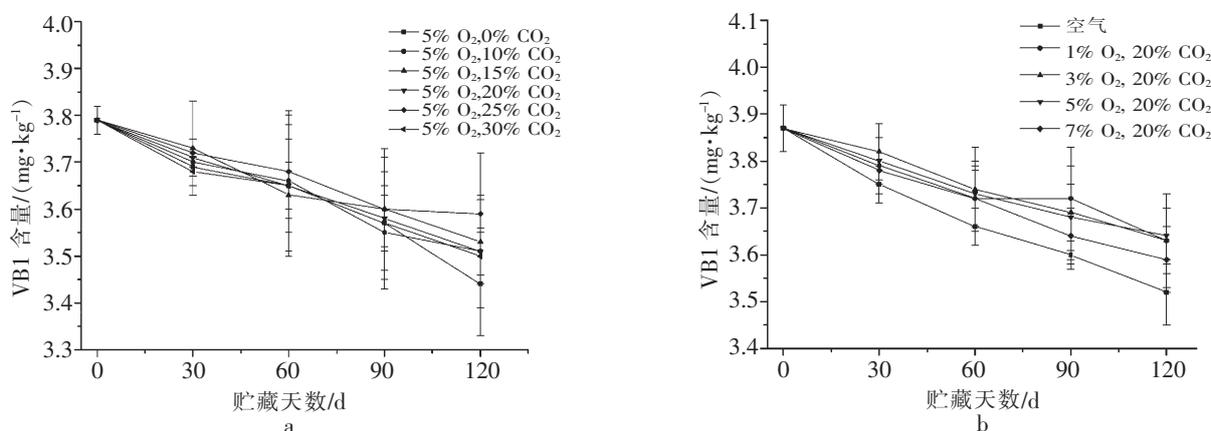


图 9 雷尼樱桃保藏期间维生素 B1 含量的变化

Fig.9 Changes of cherries in vitamin B1 content during storage

3 小 结

气调贮藏有利于保持果实硬度、色泽和风味品质, 抑制果实成熟衰老进程^[16]。李兴友^[17]等对白樱桃进行联合气调包装贮藏, 发现包装袋内各组份气体理论浓度为 $3.7\% \text{ O}_2$ 和 $16.1\% \text{ CO}_2$ 时非常适宜贮藏白樱桃。姜爱丽^[18]等研究结果表明, 与自发气调贮藏和普通冷藏的效果相比, $5\% \text{ O}_2 + 5\% \text{ CO}_2$ 和 $5\% \text{ O}_2 + 10\% \text{ CO}_2$ 的控制性气调贮藏可以明显降低果实的衰老的速度、提高果实硬度、保持果实原有风味品质, 有效地延长了贮藏寿命, 而且, 红灯果实在 $10\% \text{ CO}_2$ 的控制性气调贮藏处理的贮藏效果比 $5\% \text{ CO}_2$ 处理的好。

本实验结果表明, 气调微环境能延长雷尼樱桃的保鲜期, O_2 浓度为 7% , CO_2 浓度为 20% 的气调微环境可降低雷尼樱桃的腐烂率, 延缓可滴定酸含量、可溶性固形物等风味物质的减少, 在一定程度上, 抑制维生素 B1 等营养物质的损失, 具有保持樱桃鲜亮的作用。

参考文献:

- [1] 赵珊, 贡汉生, 田亚晨, 等. 苯乳酸-海藻酸钠涂膜保鲜剂的制备及其在甜樱桃保鲜中的应用[J/OL]. 食品科学, <http://kns.cnki.net/kcms/detail/11.2206.TS.20170519.1044.086.html>.
- [2] 李咏富, 哈益明, 李伟明, 等. 不同处理方式对甜樱桃冰温贮藏效果影响的研究[J]. 核农学报, 2013, 27(11): 1675-1680.

- [3] Chockchaisawasdee S ,Golding J B ,Vuong Q V , et al. Sweet cherry: Composition , postharvest preservation , processing and trends for its future use [J]. Trends in Food Science and Technology ,2016 ,55: 72 – 83.
- [4] 洪静华,侯玉婷,吴效刚,等. 大樱桃采后病害、生理及保鲜技术研究进展 [J]. 北方园艺,2015(23):183 – 187.
- [5] 宋方圆,邓小蓉,李冀新,等. 不同冷藏处理对蟠桃生理品质的影响 [J]. 食品工业科技,2017(11):324 – 328.
- [6] 戚蓉迪,颜伟强,岳玲,等. 电子束辐照对进口甜樱桃保鲜效果的影响 [J]. 核农学报,2014,28(5):839 – 844.
- [7] Pinela J ,Barreira J C ,Barros L , et al. Suitability of gamma irradiation for preserving fresh-cut watercress quality during cold storage [J]. Food Chemistry ,2016 ,206:50.
- [8] 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.
- [9] De P E ,Serradilla M J ,Ruiz-Moyano S , et al. Combined effect of antagonistic yeast and modified atmosphere to control *Penicillium expansum* infection in sweet cherries cv. AmbrunÀcs [J]. International Journal of Food Microbiology ,2017 ,241:276 – 282.
- [10] Miguel-Pintado C ,Resende M ,Rodrigues I , et al. Improvement of ‘Sweetheart’ cherry quality by modified atmosphere packaging (MAP) [J]. Acta Horticulturae ,2017(1161):549 – 554.
- [11] Kwon S J Chang Y ,Han J. Oregano essential oil-based natural antimicrobial packaging film to inactivate *Salmonella enterica* and yeasts/molds in the atmosphere surrounding cherry tomatoes [J]. Food Microbiology ,2017 ,65(8):114.
- [12] 张倩,辛力,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.
- [13] 杜小琴,李玉,秦文,等. 气调贮藏对甜樱桃果实采后生理生化变化的影响 [J]. 食品工业科技,2015,36(12):314 – 318.
- [14] 钟曼茜,从心黎,张史青,等. 外源壳聚糖涂膜处理番木瓜的常温保鲜效果 [J]. 热带生物学报,2016,7(2):220 – 223.
- [15] 冯立娟,尹燕雷,杨雪梅,等. 石榴果实发育期果皮褐变及相关酶活性变化 [J]. 核农学报,2017,31(4):821 – 827.
- [16] 佟伟,赵杰,王阳,等. 动态气调贮藏对甜樱桃果实品质的影响 [J]. 中国果树,2016(6):25 – 28.
- [17] 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.
- [18] 姜爱丽,胡文忠,范圣第. 采收成熟度及贮藏方法对红灯甜樱桃保鲜效果的影响 [J]. 中国果树,2008(1):16 – 20.

Effects of Modified Atmosphere Packaging on the Quality of Cherry

WANG Weihai¹, LI Yuanzhao¹, WU Xianhui², PANG Jie¹

(1. College of Food Science, Fujian Agriculture and Forestry University, Fuzhou, Fujian 350002, China;

2. Ningde Vocational and Technical College, Fuan Fujian 355000, China)

Abstract: Rainier cherries collected in Yantai, Shandong were treated with controlled gases by using modified atmosphere packaging (MAP) technique and stored for 30 days, 60 days, 90 days, 120 days to observe their decay rate, hardness, titratable acid content, soluble solids content and other indicators to determine the best proportion of gases for the modified atmosphere packaging of fresh Rainier cherries. The results show that the modified atmosphere packaging of Rainier cherries had the best storage effect when the O₂ was 7% and the CO₂ was 20% in the modified atmospheric gases. Under this condition the fresh Rainier cherries treated had the lowest fruit decay rate, and relatively lower change in titratable acid and soluble solids content as well as flesh hardness.

Keywords: Rainier cherries; modified atmosphere packing; optimum gas proportion

(责任编辑:叶 静)