

臭氧熏蒸在木纳格葡萄低温贮藏中的适用性研究

蒲婉璐¹, 李萍¹, 邓冰¹, 樊晓岚¹, 闫师杰^{1,2}

(1.天津农学院, 天津 300384; 2.天津市农副产品深加工技术工程中心, 天津 300384)

摘要: **目的** 研究在冷藏条件下臭氧熏蒸方法对木纳格葡萄采后贮藏的适用性。**方法** 以新疆木纳格葡萄为试材, 研究在 0 ℃ 和 -1 ℃ 条件下的对照组, 以及经 2.5 μL/L 和 5 μL/L 臭氧熏蒸处理后对木纳格葡萄贮藏效果和品质的影响。**结果** 在 -1 ℃ 下经 2.5 μL/L 臭氧熏蒸处理的木纳格葡萄, 其贮藏期间呼吸强度弱, 很好地保持了果实的可溶性固形物含量和可滴定酸含量, 贮藏各时期果实腐烂率、落粒率较低, 贮藏后具有较高的好果率, 保持了果实的品质。**结论** 在 -1 ℃ 下经 2.5 μL/L 臭氧熏蒸处理为木纳格葡萄最适宜的环境贮藏参数。

关键词: 木纳格; 葡萄; 低温贮藏; 臭氧熏蒸; 品质

中图分类号: TS255.3 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-3563(2017)17-0036-07

Applicability of Ozone Fumigation in the Low-temperature Storage of Munage Grape

PU Wan-lu¹, LI Ping¹, DENG Bing¹, FAN Xiao-lan¹, YAN Shi-jie^{1,2}

(1.Tianjin Agricultural University, Tianjin 300384, China;

2.Tianjin Engineering and Technology Research Centre of Agricultural Products Processing, Tianjin 300384, China)

ABSTRACT: The work aims to study the applicability of ozone fumigation methods in the Munage grape postharvest storage under refrigerated conditions. With Xinjiang Munage grape as the tested material, the control group respectively at 0 ℃ and -1 ℃, and the influence of 2.5 μL/L and 5 μL/L ozone fumigation on the storage effect and quality of Munage grape were studied. The results showed that the respiration intensity of Munage grape treated by 2.5 μL/L ozone fumigation at -1 ℃ was weak, and the fruit soluble solid content and titratable acid content were kept well during the storage. The decay rate of the fruit and the shattering rate were low. The rate of intact fruit after the storage was higher, which helped maintain the fruit quality. 2.5 μL/L ozone fumigation at -1 ℃ is the most suitable environmental storage parameter for Munage grape.

KEY WORDS: Munage; grape; low-temperature storage; ozone fumigation; quality

新疆是我国最大的葡萄产区,栽培历史悠久,种质资源丰富多样^[1]。木纳格葡萄色泽艳丽、皮薄肉厚,是最具新疆特色的鲜食,属晚熟的地方品种,具有较强的地域性^[2]。木纳格葡萄于每年的 9 月中旬到 10 月中旬成熟,葡萄汁多皮薄,在采后常温条件下存放 3~5 d 会出现大量失水、果梗萎缩、果粒腐烂变质等现象,从而失去商品价值^[3]。适宜的温度是保证水果贮藏期间良好品质的主要因素之一^[4],低温降低了水果机体各种类酶的活性^[5],将果实采后物质和能量代

谢降低至较低水平^[6]。目前低温保存已成为世界范围内应用最广泛的果蔬贮藏方法^[7]。生产上普遍将木纳格葡萄的贮藏温度设置为 0~5 ℃,对于最适宜贮藏温度和近冰温贮藏时的温度下限尚没有定论。臭氧(O₃)常温下呈淡蓝色,具有一定特殊臭味^[8],具有极高的氧化性能,可以强烈破坏大分子物质中以共价键结合的那部分结构^[9]。臭氧熏蒸作为一种新兴的葡萄采后保鲜技术,其适用性和适宜处理方案已在红地球、火焰无核等葡萄上做了大量研究,但在木纳格葡萄

收稿日期: 2017-05-31

基金项目: 农业部公益性行业(农业)科研专项(201303075)

作者简介: 蒲婉璐(1990—),女,在读研究生,主攻食品加工与安全。

通讯作者: 闫师杰(1971—),男,博士,天津农学院教授,主要研究方向为果蔬贮藏保鲜、食品质量与安全。

萄上的研究未见报道。臭氧杀菌能力强、无残留、能降解表皮残留农药^[10], 且可诱导果实产生抗病性^[11], 符合生产中有机葡萄贮藏保鲜的要求。目前臭氧技术已在美国等发达国家的水果采后贮藏上得到广泛应用^[12], 而我国对于臭氧在鲜食葡萄上的应用研究仍有较大的不足。国内外对于臭氧处理在葡萄贮藏保鲜上的应用研究多集中在极高浓度(2500~10 000 $\mu\text{L/L}$)下一次性处理, 和极低浓度(0.1~0.3 $\mu\text{L/L}$)持续熏蒸2个方向。前者处理浓度太高, 安全性差, 后者则操作繁琐, 需较多的熏蒸设备和空间。低浓度的间隔性臭氧处理则兼顾两者优点, 具有一定的安全性和相对持续性, 其在葡萄贮藏上的有效性越来越受到关注。文中拟设置0℃和-1℃等2个贮藏处理温度, 及2.5 $\mu\text{L/L}$ 和5 $\mu\text{L/L}$ 等2个臭氧熏蒸浓度, 并设置空白对照组和保鲜剂对照组, 以探索木纳格葡萄适宜的贮藏温度及臭氧熏蒸方案。

1 实验

1.1 材料

采用木纳格葡萄, 采摘于新疆阿图什市果园。经采摘、修剪后包装(8 kg, 内衬无纺布), 5℃预冷12 h, 然后空运至天津滨海机场, 当晚运至天津农学院冷库, 第2天对葡萄进行修剪, 剔除坏果、落粒后分装至小塑料筐, 塑料筐内衬PE膜, 每筐质量在2.5 kg左右。实验用保鲜剂和PE膜由国家农产品保鲜工程技术研究中心(天津)提供, 尺寸为85 cm×70 cm, 厚度为0.05~0.06 mm, 孔径为15~20 μm 。保鲜剂成分为亚硫酸盐缓释剂, 适用于巨峰、马奶和木纳格等品种葡萄的长期贮藏。实验所用试剂包括氢氧化钠标准溶液(0.1 M)、酚酞指示剂、乙醇, 所用试剂均为分析纯。

1.2 仪器及设备

仪器和设备: CA-10呼吸测定仪, 美国Sable Systems仪器公司; SMY-2000色差仪, 北京盛名扬科技发展有限公司; PAL-1手持式糖度计, 日本爱拓公司; FA1104电子天平, 上海精天电子主要仪器有限公司; NK-10推拉计, 乐清市爱德堡仪器有限公司。

1.3 实验设计和处理方法

该实验共设计6个处理组, 即在(0±0.3)℃和(-1±0.3)℃贮藏条件下的对照组, 分别经2.5 $\mu\text{L/L}$ 和5 $\mu\text{L/L}$ 臭氧熏蒸处理, 各处理组分别简写为0℃-CK, 0℃-2.5 $\mu\text{L/L}$ O₃, 0℃-5 $\mu\text{L/L}$ O₃; 及-1℃-CK, -1℃-2.5 $\mu\text{L/L}$ O₃和-1℃-5 $\mu\text{L/L}$ O₃。

木纳格葡萄分装后, 在0℃环境下敞口预冷24 h。预冷结束后, CK处理组直接封口, 共30筐, 平

均放入0和-1℃库内贮藏。0℃-2.5 $\mu\text{L/L}$ O₃和0℃-5 $\mu\text{L/L}$ O₃处理组于0℃库内对应臭氧浓度下熏蒸; -1℃-2.5 $\mu\text{L/L}$ O₃和-1℃-5 $\mu\text{L/L}$ O₃处理组于-1℃库内对应臭氧浓度下熏蒸。熏蒸空间为1 m³塑料帐, 封帐后其接口处及底部均采用PE膜和透明胶带进行密封; 由臭氧控制系统和浓度检测探头及臭氧发生器共同作用控制熏蒸环境中O₃的浓度。熏蒸时, 自臭氧浓度升至设定值开始计时; 计时30 min后关闭控制系统, 放置1 h后揭帐, 将葡萄取出并扎口。臭氧组贮藏期间每14 d熏蒸1次, 每20 d测定1次相关指标。

1.4 指标测定

1) 呼吸强度。每次试验时, 随机从修剪完毕的葡萄上剪下总质量约1 kg的果穗, 每个处理设3个平行试验。将果穗放入改装过的乐扣保鲜盒中(密封盖上固定着由橡胶塞密封的塑料管)于贮藏温度下密封2 h, 用1 mL医用注射器抽取气体, 每个平行试验抽取3针。抽取完毕后, 称取果穗质量。用CA-10呼吸测定仪测量每针气体中CO₂含量, 记录对应的峰面积(记为S₁)。每次试验时测量1次CO₂含量, 即密封保鲜盒时周围空气中CO₂的含量, 记录对应峰面积(记为S₂)。

$$Q = \frac{(K(S_1 - S_2) + b) \times 4500 \times c'}{2m}$$

式中: Q 为呼吸强度(以每小时每千克内CO₂的质量计); S_1 为样品峰面积; S_2 为空气峰面积; 保鲜盒体积为4500 mL; m 为果穗质量(kg); k 为CO₂标曲斜率; b 为标曲截距; c' 为一定温度下单位物质质量浓度CO₂的比浓度(mg/mL)。计算各平行穗轴的呼吸强度, 求平均值为对应处理对应贮藏时间的呼吸强度。实验室采用CA-10二氧化碳测定仪, 因为二氧化碳对果实有影响, 所以该实验中以二氧化碳的含量表征呼吸强度。

2) 可溶性固形物含量(SSC)。用手持式糖度计测定可溶性固形物含量。

3) 可滴定酸含量(TA)。采用氢氧化钠滴定法测定, 计算公式参考李志文^[13]的方法。

4) 果柄分离力。参考李珍等^[14]的实验方法。

5) 表皮色差。在各果穗不同部位随机挑选颜色分布一致的果粒, 用SMY-2000型色差仪测量果粒顶端颜色, 记录 L^* 值。

6) 果梗褐变指数。参考王宁等^[15]的实验方法。

7) 落粒率。参考王宁等^[16]的实验方法。

8) 好果率^[17]。参考王宁等^[16]的实验方法。

1.5 数据处理

采用Microsoft Office excel 2010进行数据处理,

并用 DPS 7.0 进行显著性分析。

2 结果与分析

2.1 冷藏条件下臭氧熏蒸对木纳格葡萄贮藏期间呼吸强度的影响

呼吸强度是衡量水果物质消耗的重要指标之一^[6]。葡萄属于非跃变型果实,整个贮藏过程不会出现呼吸高峰^[18]。由图 1 可知,贮藏前期,不同温度下 CK 处理组葡萄呼吸强度均呈现缓慢上升的趋势,贮藏至 100 d 时,0 °C CK 处理组果实及-1 °C CK 处理果实的呼吸强度迅速上升,出现明显的呼吸峰值,原因可能与该阶段穗轴及果粒受微生物侵染影响而造成的呼吸异常,贮藏各时期-1 °C CK 处理组果实呼吸强度均低于 0 °C CK 处理组,差异极显著 ($P<0.01$)。不同温度臭氧处理果贮藏各阶段其呼吸强度均低于该温度下对照组。各阶段 5 $\mu\text{L/L}$ O_3 组呼吸强度整体高于 2.5 $\mu\text{L/L}$ O_3 处理组;贮藏各阶段,在-1 °C 下经 2.5 $\mu\text{L/L}$ O_3 处理果实的呼吸强度在各处理中处于最低水平,低温降低了葡萄的呼吸水平,与 5 $\mu\text{L/L}$ O_3 熏蒸相比,2.5 $\mu\text{L/L}$ O_3 熏蒸在抑制果实呼吸上的效果更显著。

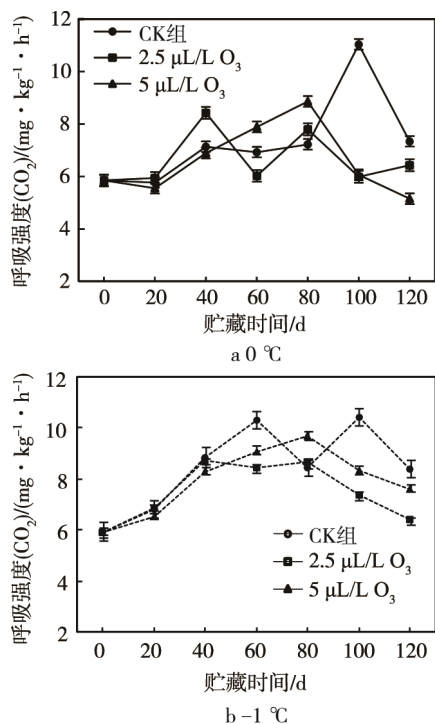


图 1 冷藏条件下臭氧熏蒸对木纳格葡萄呼吸强度的影响
Fig.1 The influence of ozone fumigation on respiration intensity of Munage grape under refrigerated conditions

2.2 冷藏条件下臭氧熏蒸对木纳格葡萄贮藏期 SSC 和 TA 的影响

贮藏期间葡萄中可溶性固形物含量 (SSC) 和可滴定酸含量 (TA) 变化,涉及到机体中代谢消耗及

积累两个进程,适宜的贮藏环境可减少有机物代谢,能保持较高的 SSC 和 TA 水平。由图 2 可知,在 0 °C 贮藏条件下,贮藏期间各处理组果实的 SSC 整体呈下降趋势;贮藏至 120 d 时,CK、2.5 $\mu\text{L/L}$ O_3 、5 $\mu\text{L/L}$ O_3 处理葡萄其 SSC 分别为 13.73%, 15.53%, 12.77%, 与初始值 (17.1%) 相比均下降了 20.81%, 9.25%, 25.32%, 2.5 $\mu\text{L/L}$ O_3 处理组果实下降量极显著 ($P<0.01$), 低于其它处理组,很好地保持了果实的可溶性固形物。与 0 °C 贮藏相比,-1 °C 条件下各处理组的 SSC 含量高于 0 °C 环境对应处理组;贮藏期间各处理组的 SSC 呈现先缓慢下降,贮藏 40~60 d 后又缓慢上升;贮藏末期,CK、2.5 $\mu\text{L/L}$ O_3 、5 $\mu\text{L/L}$ O_3 处理组葡萄其 SSC 分别为 15.69%, 16.89%, 17.17%, 贮藏各阶段不同处理间 SSC 的差异不显著。

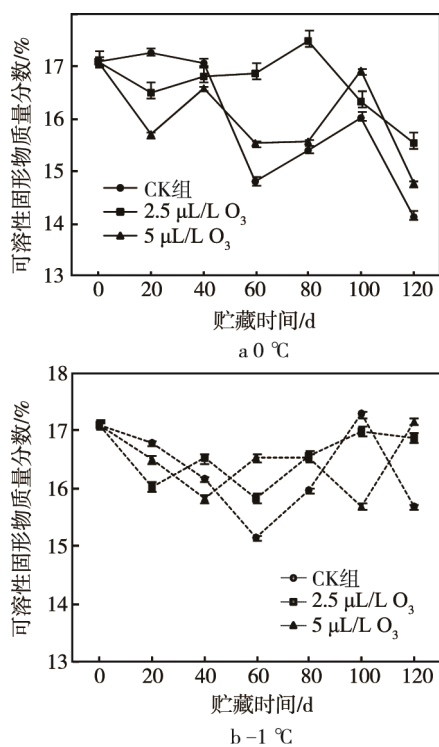


图 2 冷藏条件下臭氧熏蒸对木纳格葡萄 SSC 的影响
Fig.2 The influence of ozone fumigation on SSC of Munage grape under refrigerated conditions

由图 3 知,0 °C 条件下,对照组及臭氧处理组分别在 40 和 60 d 达到高峰,之后其含量逐步下降。至贮藏 120 d 时 2.5 $\mu\text{L/L}$ 和 5 $\mu\text{L/L}$ O_3 处理组的可滴定酸含量分别为 0.307% 和 0.295%, 而贮藏期大部分时间 (贮藏 40, 60, 80 d) 5 $\mu\text{L/L}$ O_3 处理组的有机酸含量均高于其余各处理组。-1 °C 条件下,各处理组的 TA 含量上下波动较明显;贮藏结束时 CK 处理组 TA 含量与贮藏初始值相当;2.5 和 5 $\mu\text{L/L}$ O_3 处理组的 TA 含量差别不大,在 0.296% 左右,与 CK 处理组相比,明显降低了果实的 TA 水平。

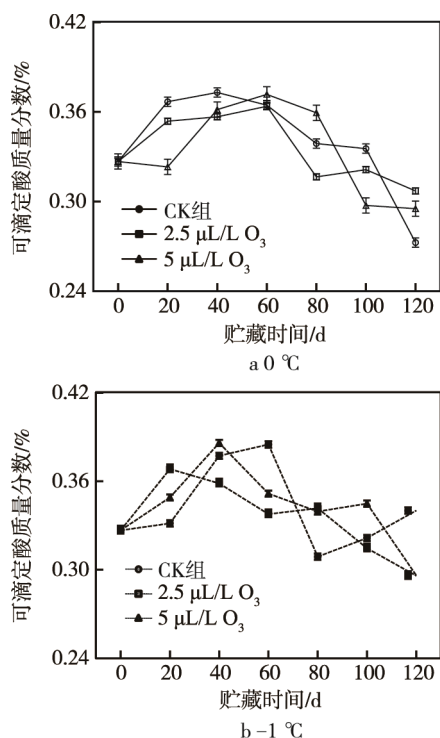


图 3 冷藏条件下臭氧熏蒸对木纳格葡萄 TA 的影响
Fig.3 The influence of ozone fumigation on TA of Munage grape under refrigerated conditions

在 0 和-1 °C 条件下, 2.5 $\mu\text{L/L}$ 臭氧处理组在保持果实 SSC 方面优势明显。0 °C 时 5 $\mu\text{L/L}$ 及 2.5 $\mu\text{L/L}$ O_3 处理组均很好地保持了果实的有机酸含量;-1 °C 下臭氧熏蒸在一定程度上加快了果实的有机酸消耗。

2.3 冷藏条件下臭氧熏蒸对木纳格葡萄贮藏期间果柄分离力的影响

由图 4 知, 木纳格葡萄果柄分离力初始值为 4.36 N, 0 °C 条件下, 各处理果柄分离力在贮藏 0~100 d 期间表现出一定程度的升高, 该阶段各处理果柄分离力关系为 2.5 $\mu\text{L/L}$ O_3 组>5 $\mu\text{L/L}$ O_3 组>CK 组, 2.5 $\mu\text{L/L}$ O_3 处理组的葡萄果柄分离力极显著 ($P<0.01$) 高于对照组。贮藏至 120 d 时, 对照组分离力 (4.02 N) 降至初始值以下, 5 $\mu\text{L/L}$ O_3 处理组分离力为 4.34 N, 与初始值相当, 而 2.5 $\mu\text{L/L}$ O_3 处理果分离力达到 4.80 N, 极显著高于对照组及 5 $\mu\text{L/L}$ O_3 处理。

在-1 °C 条件下各处理果柄分离力变化趋势与 0 °C 时近似, 即表现出先缓慢上升并于后期下降的趋势。差别在于, 贮藏期间 2 个臭氧处理组果柄分离力均极显著高于对照组, 另外, 贮藏 40~80 d 期间 2.5 $\mu\text{L/L}$ O_3 组和 5 $\mu\text{L/L}$ O_3 组其分离力差别不大, 从 100 d 开始 5 $\mu\text{L/L}$ O_3 组表现出迅速下降的趋势, 而 2.5 $\mu\text{L/L}$ O_3 处理组下降较为平缓。贮藏期结束时, 2.5 $\mu\text{L/L}$ O_3 组、5 $\mu\text{L/L}$ O_3 组及 CK 组果柄分离力分别为 4.94, 4.60, 3.84 N。

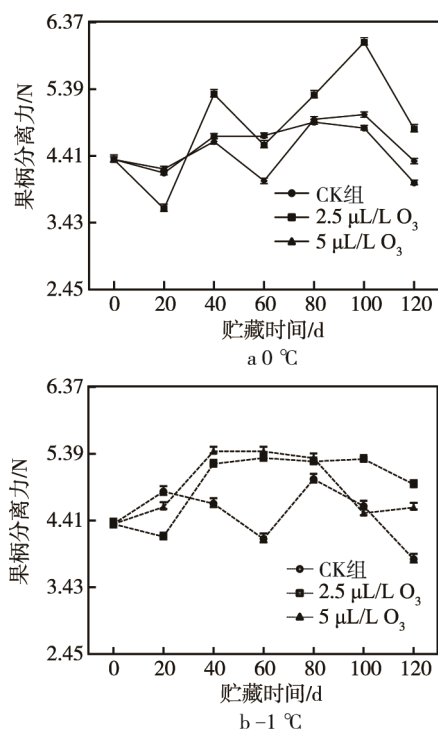


图 4 冷藏条件下臭氧熏蒸对木纳格葡萄果柄分离力的影响
Fig.4 The influence of ozone fumigation on stalk separating force of Munage grape under refrigerated conditions

不同浓度臭氧熏蒸能在一定程度上保持木纳格葡萄较高的果柄分离力, 贮藏各时期均高于对照组; 0 °C 和-1 °C 条件下, 2.5 $\mu\text{L/L}$ 臭氧熏蒸木纳格葡萄果柄分离力均为各处理组中最高, 在-1 °C 时效果最佳。

2.4 冷藏条件下臭氧熏蒸对木纳格葡萄贮藏期间表皮 L^* 值的影响

色差体系中, L^* 值代表了所测样品的黑白度, 即亮暗程度^[19]。 L^* 高则样品表面鲜亮, L^* 值降低则光泽变差。由图 5 知, 随着贮藏时间的延长, 各处理组木纳格葡萄表皮 L^* 均呈现逐渐下降的趋势。-1 °C 和 0 °C 条件下, 各处理组贮藏期间 L^* 大小关系表现为 2.5 $\mu\text{L/L}$ O_3 处理组>对照组>5 $\mu\text{L/L}$ O_3 处理组, 但差异不显著 ($P>0.05$)。贮藏期结束时, -1 °C 和 0 °C 条件下 CK、2.5 $\mu\text{L/L}$ 和 5 $\mu\text{L/L}$ O_3 处理组表皮 L^* 值分别为 38.58/37.97, 38.85/38.62, 38.54/37.83。可以看出较低温度在保持表皮色泽上优势明显, 5 $\mu\text{L/L}$ 臭氧熏蒸组的果实色泽较差, 外观劣变明显。需要注意的是, 2.5 $\mu\text{L/L}$ 臭氧熏蒸木纳格葡萄其 L^* 高于其它 2 组处理组, 但其果肉却表现出一定程度的褐变, 认为臭氧在保持果实表皮色泽时对果肉产生了一定的伤害。

2.5 冷藏条件下臭氧熏蒸对木纳格葡萄贮藏期间果梗褐变的影响

果梗褐变指数表征了木纳格葡萄贮藏期间果梗发生褐变的比例及程度。由图 6 知, 贮藏期间各处理

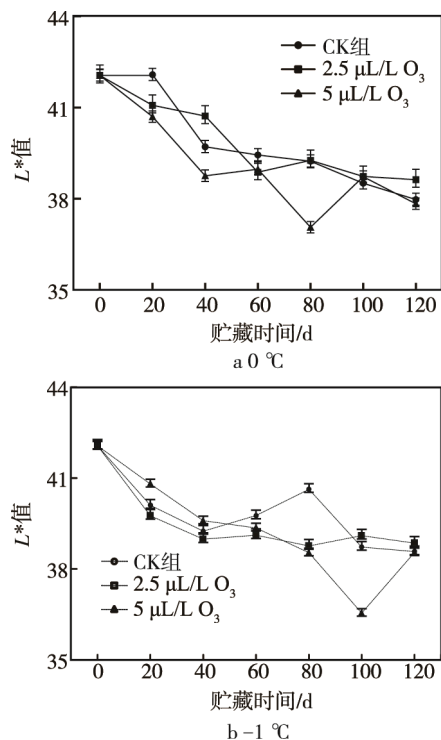


图5 冷藏条件下臭氧熏蒸对木纳格葡萄L*值的影响
Fig.5 The influence of ozone fumigation on L* of Munage grape under refrigerated conditions

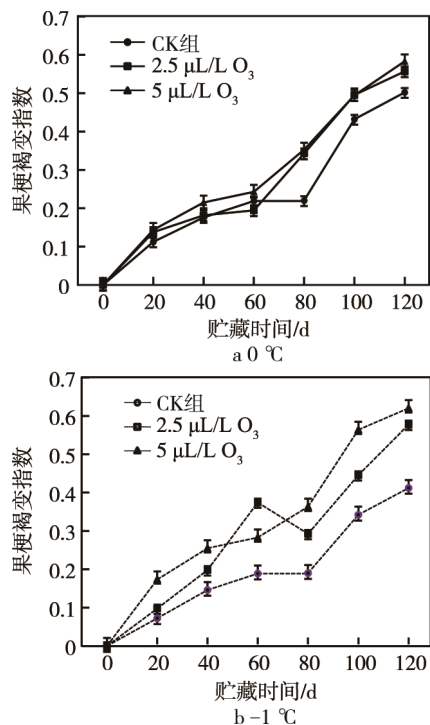


图6 冷藏条件下臭氧熏蒸对木纳格葡萄果梗褐变指数的影响

Fig.6 The influence of ozone fumigation on stem-browning index of Munage grape under refrigerated conditions

果梗褐变指数呈现逐渐增高的趋势。0 °C条件下, 贮藏期开始至贮藏 60 d 后, 各处理组间果梗褐变指数差异不大; 从贮藏 80 d 开始, 臭氧熏蒸组果梗褐变

指数明显增大, 各时期 (80, 100, 120 d) 臭氧组果梗褐变指数极显著 ($P<0.01$) 高于对照组; 整个贮藏期间 5 μL/L O₃ 处理组果实的褐变指数略高于 2.5 μL/L O₃ 处理组, 差异不显著。-1 °C 环境下, 贮藏期间各处理果梗褐变指数关系表现为 5 μL/L O₃ 处理组 > 2.5 μL/L O₃ 处理组 > CK 处理组, 各时期处理组间差异显著 ($P<0.05$)。贮藏至 120 d, 各处理间褐变指数关系为 -1 °C + 5 μL/L O₃ (0.6203) > 0 °C + 5 μL/L O₃ (0.5832) > -1 °C + 2.5 μL/L O₃ (0.5775) > 0 °C + 2.5 μL/L O₃ (0.5567) > 0 °C CK > -1 °C CK。

低温贮藏降低了果梗的呼吸强度, 减少了果梗褐变的发生。贮藏期间定期的臭氧熏蒸则增加了果梗的蒸腾失水作用, 同时臭氧熏蒸在一定程度上对葡萄果梗造成了伤害, 高浓度、低温环境下的间隔性臭氧处理更加增加了木纳格葡萄果梗褐变发生的可能性。

2.6 冷藏条件下臭氧熏蒸对木纳格葡萄贮藏期间落粒率的影响

葡萄在采后贮藏、运输过程中, 由于自身衰老及外界环境 (搬运、运输) 的影响, 果粒会不可避免地发生脱落。木纳格葡萄落粒多发生在果柄与果粒连接处, 一定情况下果梗干褐严重时, 果梗与果柄连接处亦会发生断裂而造成落粒。由图 7 知, 随着贮藏时间的延长, 各处理组落粒率呈逐渐上升趋势。在 0 °C 下, CK 处理组在贮藏至 80 d 时落粒率上升程度明显增大 (上升了 14%), 上升幅度达到 70%; 果柄与果蒂连

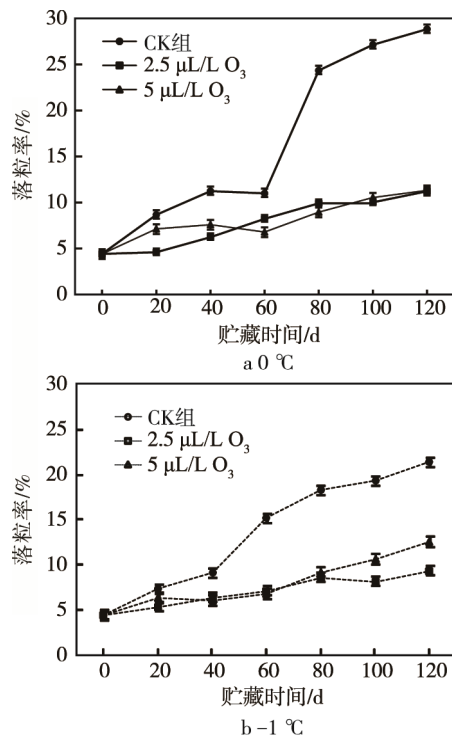


图7 冷藏条件下臭氧熏蒸对木纳格葡萄落粒率的影响
Fig.7 The influence of ozone fumigation at cold storage on shattering rate of Munage grape

接处由于灰霉侵染造成果粒松动, 落粒率因而上升明显。整个贮藏期间臭氧熏蒸组落粒率极显著低于对照组 ($P<0.01$); $5 \mu\text{L/L}$ O_3 熏蒸组落粒率略高于 $2.5 \mu\text{L/L}$ O_3 熏蒸组, 差异不显著。整体来看, -1°C 温度下果实落粒情况低于 0°C 环境下各对应处理组。整个贮藏期间 O_3 熏蒸组落粒率极显著低于对照组 ($P<0.01$); $5 \mu\text{L/L}$ O_3 熏蒸葡萄在贮藏后期表现出较高的落粒率增长: 贮藏 100 d 及 120 d 落粒率显著高于 ($P<0.05$) $2.5 \mu\text{L/L}$ O_3 熏蒸组。贮藏末期各处理落粒率大小关系为 $0^\circ\text{C CK}>-1^\circ\text{C CK}>-1^\circ\text{C}+5 \mu\text{L/L O}_3>0^\circ\text{C}+5 \mu\text{L/L O}_3>0^\circ\text{C}+2.5 \mu\text{L/L O}_3>-1^\circ\text{C}+2.5 \mu\text{L/L O}_3$ 。低温结合 $2.5 \mu\text{L/L}$ O_3 熏蒸, 能很好地降低木纳格葡萄贮藏期间落粒发生。

2.7 冷藏条件下臭氧熏蒸对木纳格葡萄贮藏好果率的影响

贮藏期结束, 各处理好果率见图 8。 -1°C 各处理组好果率高于 0°C 各对应处理组, 同一贮藏温度下各处理间好果率大小关系为: $2.5 \mu\text{L/L}$ O_3 处理组 $>5 \mu\text{L/L}$ O_3 处理组。 -1°C 温度下采用 $2.5 \mu\text{L/L}$ O_3 间隔性处理很好地保持了木纳格葡萄的好果率, 贮藏末期好果率为 88.79%, 极显著 ($P<0.01$) 高于对照组, 显著 ($P<0.05$) 高于其它臭氧处理。

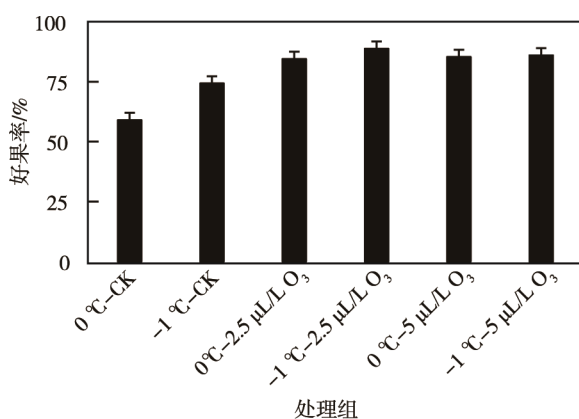


图 8 冷藏条件下臭氧熏蒸对木纳格葡萄好果率的影响
Fig.8 The influence of ozone fumigation on rate of intact fruit of Munage grape under refrigerated conditions

3 讨论

臭氧的起始毒性浓度为 $0.3 \mu\text{L/L}$, 其时间加权平均阈限值 (TLV-TWA), 即操作人员在 8 h 工作日内可持续所处的环境 O_3 浓度为 $0.1 \mu\text{L/L}$, 因此将 O_3 应用于木纳格葡萄采后贮藏时应兼顾保鲜效果与安全性。该试验在 2 种低温条件下研究较低浓度的 $2.5 \mu\text{L/L}$ 和 $5 \mu\text{L/L}$ O_3 熏蒸对木纳格葡萄贮藏效果的影响, 旨在为安全、高效的木纳格葡萄 O_3 贮藏提供理论依据。

影响臭氧保鲜效果的因素包括处理温度、臭氧浓

度及处理时间。一般环境温度低时, 臭氧降解速率慢、有效时间长, 保鲜效果好; 一定环境温度及浓度范围内, 臭氧浓度越高、处理时间越长, 其杀菌效果越好、诱导抗病性越强。在该试验中, -1°C 臭氧处理组表现出相对 0°C 处理组较好的品质、较高的好果率; 在熏蒸温度、间隔一致的情况下, 与 $2.5 \mu\text{L/L}$ O_3 熏蒸组相比, 高浓度的 $5 \mu\text{L/L}$ O_3 处理其果梗褐变指数和落粒率较高, 表皮 L^* 值低、果肉出现一定程度褐变。

在未出现冷害的条件下, 果实贮藏温度越低其保鲜效果越好。 -1°C 温度下, 对照处理木纳格葡萄并未表现出冷害特征; 同时该处理温度下, 各 O_3 处理均表现出较 0°C 时更高的好果率, O_3 杀菌效果明显。可以判定木纳格葡萄贮藏下限温度在 -1°C 或以下, 同时该温度下 O_3 杀菌能力亦较好。

4 结语

与 0°C 贮藏各处理相比, -1°C 条件下相应处理均表现出较好的品质 (高 SSC、TA 和果柄分离力), 腐烂率和落粒率较低, 贮藏末期果实好果率高。 -1°C 为木纳格葡萄较适宜的贮藏温度。同一贮藏温度下, $5 \mu\text{L/L}$ O_3 熏蒸木纳格葡萄表现出较低的腐烂率, 而 $2.5 \mu\text{L/L}$ O_3 熏蒸则在保持果实品质, 避免劣变和伤害发生, 及保证贮藏结束高好果率方面优势明显。 $2.5 \mu\text{L/L}$ O_3 间隔熏蒸为木纳格葡萄较适宜的臭氧熏蒸方法。综合比较知, 采用 $-1^\circ\text{C}-2.5 \mu\text{L/L}$ O_3 熏蒸处理的木纳格葡萄, 其贮藏期间呼吸强度弱, 很好地保持了果实 SSC 和 TA; 贮藏各时期果实腐烂率、落粒率低, 贮藏结束具有最高的好果率。 $-1^\circ\text{C}-2.5 \mu\text{L/L}$ O_3 间隔性熏蒸, 为木纳格葡萄较适宜的采后 O_3 处理方案。

参考文献:

- [1] 马惠兰, 李旭. 新疆葡萄产业化发展现状及对策建议[J]. 新疆林业, 2010(6): 27—29.
MA Hui-lan, LI Xu. Study on the Present Situation and Countermeasures of Xinjiang Grape Industrialization [J]. Xinjiang Forestry, 2010 (6): 27—29.
- [2] 于建娜, 窦荣, 谢佩佩, 等. 热水处理对木纳格葡萄保鲜效果的影响[J]. 保鲜与加工, 2008, 8(3): 22—24.
YU Jian-na, DOU Rong, XIE Pei-pe, et al. Effect of Hot Water Treatment on the Preservation of Munage Grapes[J]. Storage and Process, 2008, 8(3): 22—24.
- [3] 杨丽琼, 阿里木, 杨森. 新疆木纳格葡萄霜霉病发生规律研究初报[J]. 北方园艺, 2009(9): 96—98.
YANG Li-qiong, A Li-mu, YANG Seng. Preliminary Study on Occurrence Regularity of Muña Grape Downy Mildew in Xinjiang[J]. Northern Horticultural, 2009 (9): 96—98.
- [4] 尚海涛, 凌建刚, 朱麟, 等. 葡萄冰点测定及冰温贮

- 藏试验的研究[J]. 制冷学报, 2014, 28(5): 55—60.
- SHANG Hai-tao, LING Jian-gang, ZHU Lin, et al. Study on Freezing Point Measurement and Ice Temperature Storage of Grape[J]. Journal of Refrigeration, 2014, 28(5): 55—60.
- [5] 刘亮, 陈伟, 杨震峰, 等. 贮藏温度对葡萄果实采后抗氧化活性的影响及动力学分析[J]. 中国食品学报, 2012, 12(4): 134—139.
- LIU Liang, CHEN Wei, YANG Zheng-feng, et al. Storage Temperature on Grape Postharvest Kinetics and Influence of Antioxidant Activity Analysis[J]. Chinese Food Science, 2012, 12(4): 134—139.
- [6] 田世平, 罗云波, 王贵禧. 园艺产品采后生物学基础[M]. 北京: 科学出版社, 2011.
- TIAN Shi-ping, LUO Yun-bo, WANG Gui-xi. Postharvest Biological Foundation of Horticultural Products[M]. Beijing: Science Press, 2011.
- [7] 彭丹, 邓洁红, 谭兴和, 等. 冰温技术在果蔬贮藏中的应用研究进展[J]. 包装与食品机械, 2009, 27(2): 38—43.
- PENG Dan, DENG Jie-hong, TAN Xing-he, et al. Application of Ice Temperature Technology in Fruit and Vegetable Storage[J]. Packaging and Food Machinery, 2009, 27(2): 38—43.
- [8] LICHTER A, GABLER F M, SMILANICK J L. Control of Spoilage in Table Grapes[J]. Stewart Postharvest Review, 2006, 2(6): 1—10.
- [9] AGUAYO E, ESCALONA V H, ARTES F. Effect of Cyclic Exposure to Ozone Gas on Physicochemical, Sensorial and Microbial Quality of Whole and Sliced Tomatoes[J]. Postharvest Biology & Technology, 2006, 39(2): 169—177.
- [10] FELIZIANI E, ROMANAZZI G, SMILANICK J L. Application of Low Concentration of Ozone during the Cold Storage of Table Grapes[J]. Postharvest Biology and Technology, 2014, 93(2): 38—48.
- [11] 阎瑞香, 张娜, 关文强. 短波紫外线在果蔬采后保鲜中的应用研究进展[J]. 保鲜与加工, 2011, 11(5): 1—5.
- YAN Rui-xiang, ZHANG Na, GUAN Wen-qiang. Study on the Application of Shortwave UV in the Preservation of Postharvest Vegetables[J]. Storage and Process, 2011, 11(5): 1—5.
- [12] 王宏延, 曾凯芳, 贾凝, 等. 臭氧水在鲜切蔬菜贮藏保鲜中应用的研究进展[J]. 食品科学, 2012, 33(21): 355—358.
- WANG Hong-yan, ZENG Kai-fang, JIA Ning, et al. Study on the Application of Ozone Water in Preservation of Fresh-cut Vegetables[J]. Food Science, 2012, 33(21): 355—358.
- [13] 李志文, 张平, 刘翔, 等. 1-MCP 结合冰温贮藏对葡萄采后品质及相关生理代谢的调控[J]. 食品科学, 2011, 33(20): 300—306.
- LI Zhi-wen, ZHANG Ping, LIU Xiang, et al. Regulation of Postharvest Quality and Related Physiological Metabolism of Grape by 1-MCP Combined with Ice Temperature Storage[J]. Food Science, 2011, 33 (20): 300—306.
- [14] 李珍, 王宁, 邓冰, 等. 冰温结合臭氧对销地红提葡萄保鲜效果研究[J]. 核农学报, 2016(2): 275—281.
- LI Zhen, WANG Ning, DENG Bing, et al. Study on the Effect of Ice Temperature Combined with Ozone on Preservation of Red Grapes[J]. Journal of Nuclear Agricultural Sciences, 2016(2): 275—281.
- [15] 王宁, 邓冰, 李珍, 等. 低温贮藏结合 SO_2 保鲜剂对无核白葡萄保鲜效果研究[J]. 食品工业科技, 2016, 37(6): 332—336.
- WANG Ning, DENG Bing, LI Zhen, et al. Study on Preservation of Seedless White Grape by Low Temperature Storage Combined with SO_2 Preservative[J]. Food Industry Science and Technology, 2016, 37(6): 332—336.
- [16] 王宁, 邓冰, 李珍, 等. 1-MCP 处理对无核白葡萄销地低温贮藏效果的影响[J]. 包装工程, 2015, 36(9): 48—53.
- WANG Ning, DENG Bing, LI Zhen, et al. Effects of 1-MCP Treatment on Low Temperature Storage in Seedless white Grape[J]. Packaging Engineering, 2015, 36(9): 48—53.
- [17] 李志文, 张平, 刘翔, 等. 1-MCP 复合低剂量 CT-2 保鲜剂对长贮红地球葡萄的保鲜效果[J]. 食品工业科技, 2014, 35(7): 312—317.
- LI Zhi-wen, ZHANG Ping, LIU Xiang, et al. Fresh-keeping Effect of 1-MCP Composite Low-dose CT-2 Preservative on Grape Harvesting Grapes[J]. Food Industry Science and Technology, 2014, 35(7): 312—317.
- [18] 梁丽雅, 郝利平, 闫师杰. 保鲜剂对红地球和巨峰葡萄呼吸强度和贮藏品质的影响[J]. 农业工程学报, 2003, 19(4): 205—208.
- LIANG Li-ya, HAO Li-ping, YAN Shi-jie. Effects of Preservatives on Respiration Intensity and Storage Quality of Red Earth and Giant Peak Grape[J]. Journal of Agricultural Engineering, 2003, 19(4): 205—208.
- [19] MCGUIRE R G. Reporting of Objective Color Measurements[J]. Hort Science, 1992, 27(12): 1254—1255.