

臭氧处理对香梨品质和生理指标的影响

肖子寒¹, 王亮¹, 樊晓岚¹, 闫师杰^{1,2}, 梁丽雅^{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** 研究销地冷藏库尔勒香梨臭氧处理的适宜质量浓度。**方法** 以常温运输到销地的库尔勒香梨为试验材料, 在低温 (0 ± 1) $^{\circ}\text{C}$ 条件下, 采用 3 个臭氧质量浓度 (6.24, 12.84, 19.26 mg/m^3) 分别处理香梨, 定期测定相关生理指标。**结果** 在贮藏的 180 d 内, 与对照组相比, 经臭氧处理后的香梨均推迟了乙烯释放速率高峰的出现, 抑制了呼吸强度, 延缓了硬度、可溶性固形物含量和可滴定酸含量的下降, 其中臭氧质量浓度为 19.26 mg/m^3 的贮藏条件得到的效果最好, 具有较高的好果率, 肉质坚硬, 果实酸甜适口, 果皮色泽鲜绿。**结论** 销地冷藏库尔勒香梨最佳的臭氧质量浓度为 19.26 mg/m^3 。

关键词: 香梨; 贮藏; 臭氧; 销地

中图分类号: TB489; TS206 文献标识码: A 文章编号: 1001-3563(2018)05-0058-05

DOI: 10.19554/j.cnki.1001-3563.2018.05.012

Effects of Ozone Treatment on Quality and Physiological Indicators of Korla Pears

XIAO Zi-han¹, WANG Liang¹, FAN Xiao-lan¹, YAN Shi-jie^{1,2}, LIANG Li-ya^{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 suitable mass fraction of Korla Pears under cold storage treated by ozone in the sale place. With Korla Pears transported to the sale place at room temperature as the experimental material, under the low temperature of (0 ± 1) $^{\circ}\text{C}$, 3 ozone mass concentrations (6.24, 12.84 and 19.26 mg/m^3) were respectively used to treat Korla Pears and regularly test the relevant physiological indicators. During the 180 days of cold storage, compared with the control group, the Korla Pears treated by ozone delayed the occurrence of peak of ethylene release velocity, inhibited the respiration intensity, delayed the firmness, and reduced the content of TSS and TA. Among them, when the ozone mass fraction was 19.26 mg/m^3 , the cold storage effect was the best, with higher marketable fruit rate, hard meat, sweet sour fruits, and fresh green peel color. The best ozone mass concentration of Korla Pears under cold storage in the sale place is 19.26 mg/m^3 .

KEY WORDS: Korla Pear; storage; ozone; sale place

库尔勒香梨具有肉质细腻、多汁味甜、维生素 C 含量高等特点^[1], 享誉国内外。香梨皮薄, 在运输过程中极易发生磕碰损伤, 导致果实微生物繁殖, 从而影响果实品质。在销地贮藏中, 香梨还存在易感染萼端黑斑病^[2]、果皮锈斑病^[3]以及易腐烂^[4]等问题, 可降低贮藏期内商品的好果率, 给延长货架期带来不小的挑战。臭氧保鲜技术具有高效、强氧化力^[5]、强杀

菌性^[6]等优点, 主要有杀灭微生物和抑制果蔬新陈代谢^[7]等作用, 广泛应用于葡萄^[8-9]、富士苹果^[10]、草莓^[11]等的保鲜。有关库尔勒香梨的保鲜技术已有研究报道, 陈国刚等^[12]研究了香梨表皮锈斑, 赵晓敏等^[13]分析了香梨果皮蜡质变化, 但未见关于臭氧处理香梨的报道。由此, 文中试验拟开展香梨的采后臭氧处理, 以期对香梨贮藏保鲜选出适宜销地贮藏的臭氧浓度。

收稿日期: 2017-10-09

基金项目: 农业部公益性行业 (农业) 科研专项 (201303075)

作者简介: 肖子寒 (1991—), 男, 天津农学院硕士生, 主攻食品加工与安全。

通信作者: 梁丽雅 (1971—), 女, 博士, 天津农学院教授, 主要研究方向为农产品加工及贮藏。

1 实验

1.1 材料与仪器

主要材料:供试品种为库尔勒香梨,于2015年9月26日在新疆库尔勒地区购买,并常温运至天津农学院冷库,选择大小均一、无磕碰的梨果进行试验。主要仪器:CA-10呼吸测定仪,美国Sable Systems仪器公司;SMY-2000色差仪,北京盛名扬科技开发有限公司;PAL-1手持式糖度计,日本爱拓公司;PHS-3B数显酸度计,上海光学仪器厂;TA.XT.Plus物性测试仪,英国Stable Micro System公司;GC-14C气相色谱仪,日本岛津。

1.2 方法

将挑选的梨果装入有20 μm 微孔膜的筐内,每筐35个香梨,共24筐。于7℃冷库内预冷24 h后,放入温度为(0 $\pm$ 1)℃的冷库内贮藏,测试果肉中心温度,降至0℃后,取样测定其初始指标。

选取质量浓度分别为6.24, 12.84和19.26 mg/m^3 的臭氧处理香梨,在低温条件下,于空间为1 m^3 的塑料大帐内对香梨进行熏蒸,封帐后,用透明胶带密封大帐的底部和接口处。熏蒸时,当臭氧浓度升至设定值时,计时30 min后关闭,放置1 h后揭帐,并取出香梨,装入有20 μm 微孔膜的筐内,将其贮藏于温度为(0 $\pm$ 1)℃的冷库中。将未经臭氧处理的香梨装入有20 μm 微孔膜的筐内,置于同等条件的冷库中作为对照。每个处理共6筐香梨,做3个平行,每个平行挑选12个大小、成熟度一致的果实作为测定呼吸强度与乙烯释放量的对象,以及15个色泽一致的果实,在赤道线相对位置画圆圈进行标记,作为测定色差的对象。每隔30 d对其相关生理指标进行测定,于贮藏末期统计好果率。

1.3 测试项目

1) 硬度。随机取15个果实,在赤道线相对位置削皮,用物性测试仪进行测定,结果取平均值。硬度的单位为 kg/cm^2 。

2) 色差。将预先挑选的15个果实用SMY-2000色差仪来测定,结果取平均值。

3) 可溶性固形物(TSS)含量。随机取15个果实,用PAL-1手持式折射仪进行测定,结果取平均值,以百分比计。

4) 可滴定酸(TA)含量。随机取15个果实,用PHS-3B数显酸度计进行测定,结果取平均值,以百分比计。

5) 呼吸强度。将预先挑选的12个定果称量后放入密封盒,将密封盒放入温度为(0 $\pm$ 1)℃的冷库,密封1 h后,抽取1 mL气体,用CA-10呼吸检测仪

测定,重复3次,以 CO_2 计,单位为 $\text{mg}/(\text{kg}\cdot\text{h})$ 。

6) 乙烯释放速率。将预先挑选的12个定果称量后放入密封盒,将密封盒放入温度为(0 $\pm$ 1)℃的冷库,密封1 h后抽取1 mL气体,用GC-14C气相色谱仪测定,重复3次,单位为 $\mu\text{L}/(\text{kg}\cdot\text{h})$ 。

7) 好果率。参考邓冰等^[14]的实验方法。

1.4 数据处理

用Microsoft Office Excel 2016进行数据处理。

2 结果与分析

2.1 硬度

臭氧处理对库尔勒香梨硬度的影响见图1,可知,刚采摘后的香梨果肉坚硬,质地较好,在贮藏过程中,随着时间的延长,香梨果肉变软。在贮藏期内,经臭氧质量浓度为12.84和19.26 mg/m^3 处理的香梨硬度均比对照组下降得缓慢,并始终高于对照组,贮藏期得到延长。在贮藏180 d时,经臭氧质量浓度为19.26 mg/m^3 处理后的香梨硬度保持得最好,质地坚硬,果肉细嫩。由此,质量浓度为19.26 mg/m^3 的臭氧处理对香梨果肉韧性的保持效果良好。

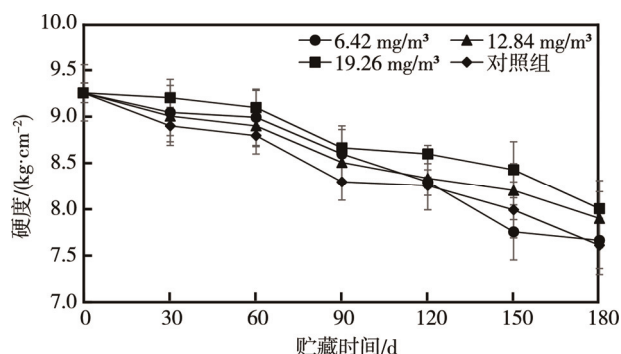


图1 臭氧处理对库尔勒香梨硬度的影响

Fig.1 Effects of ozone treatment on firmness of Korla Pears

2.2 色差值

L^* 值表示亮度, a^* 值表示红绿, b^* 值表示黄蓝。臭氧处理对库尔勒香梨色差的影响见图2。由图2a可知,在贮藏的前30 d,低浓度臭氧处理的 L^* 值下降较快,高浓度臭氧处理后 L^* 值也有所下降,但均高于对照组。在贮藏60~120 d内,各处理组的 L^* 值整体均呈上升趋势,说明表皮色泽越来越亮,梨果具有良好的外观。臭氧质量浓度为19.26, 12.84 mg/m^3 的处理组中果皮亮度保持得更加持久,色泽鲜亮。臭氧质量浓度为6.42 mg/m^3 的处理组的香梨 L^* 值显著低于其他处理组和对照组,果皮黄化,色泽变暗。由此,可知高浓度的臭氧处理可以使果实一直保持鲜绿的状态,其中臭氧质量浓度为19.26 mg/m^3 的色泽最好。

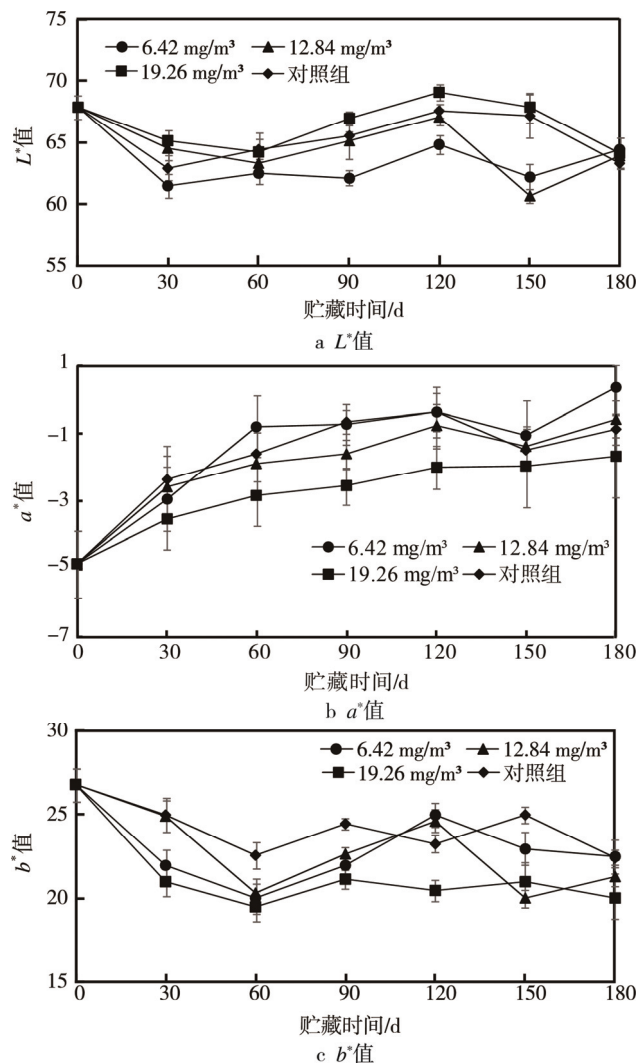


图2 臭氧处理对库尔勒香梨色差值的影响

Fig.2 Effects of ozone treatment on value of chromatism of Korla Pears

由图2b可知,在贮藏期0~120 d内, a^* 值都在不断升高, a^* 值越小保绿效果越好。在贮藏的0~180 d内,经质量浓度为 6.42 mg/m³ 的臭氧处理后香梨表皮变暗红,失去了良好的外观。高浓度臭氧处理后香梨的表皮由绿转红的速度较慢,始终呈鲜绿的状态。其中臭氧质量浓度为 19.26 mg/m³ 的处理组的香梨 a^* 值最小,上升速度最慢,说明保绿效果最好。

新鲜的库尔勒香梨应为黄绿色, b^* 值较低时,表明香梨的外观品质更好。由图2c可知,在整个贮藏期内,臭氧处理后香梨的 b^* 值均低于对照组,说明臭氧处理能抑制香梨表皮黄化。经质量浓度为 19.26 mg/m³ 的臭氧处理后的香梨,其 b^* 值显著低于其他处理组,质量浓度为 19.26 mg/m³ 的臭氧处理对抑制香梨表皮黄化有明显作用。

2.3 可溶性固形物含量

香梨果实甜度和酸度决定着果实风味的好坏。臭氧处理对库尔勒香梨可溶性固形物含量的影响见图

3,可知,在贮藏期内,香梨因呼吸代谢, TSS 含量均呈下降趋势,臭氧处理可以抑制其呼吸代谢,减少营养物质消耗,缓解 TSS 含量的下降。在贮藏 30 d 时,对照组的 TSS 含量下降迅速,说明香梨呼吸代谢加快。在贮藏的第 180 天,经质量浓度为 19.26 mg/m³ 的臭氧处理后的香梨,其可溶性固形物质量分数从 12.18%降至 11.66%,经臭氧质量浓度为 6.42 mg/m³ 处理后的香梨,其可溶性固形物质量分数从 12.18%降至 11.23%,经臭氧质量浓度为 12.84 mg/m³ 处理后的香梨,其可溶性固形物质量分数从 12.18%降至 11.4%,对照组则是由 12.18%降至 10.87%。由此,经臭氧处理后的香梨其 TSS 含量得到了较好的保持,其中臭氧质量浓度为 19.26 mg/m³ 时效果更为明显,香梨味甜。

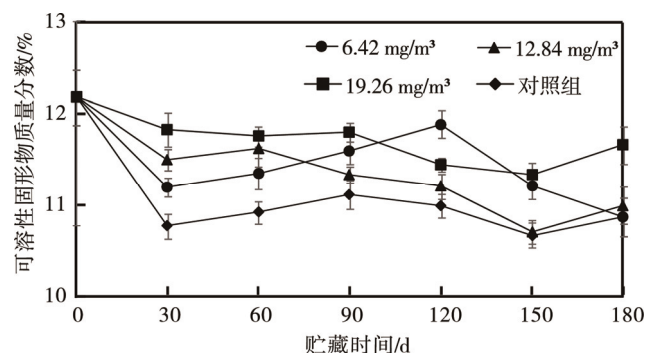


图3 臭氧处理对库尔勒香梨可溶性固形物含量的影响

Fig.3 Effects of ozone treatment on the content of TSS of Korla Pears

2.4 可滴定酸含量

臭氧处理对库尔勒香梨可滴定酸含量的影响见图4,可知,在贮藏期0~60 d内,梨果的TA含量均呈平稳的变化,营养物质消耗较慢。从60 d开始,各处理组的TA含量均呈下降的趋势,可以明显看出臭氧处理组比对照组下降速度有所减缓,对照组营养物质消耗加快。在贮藏150 d时,臭氧质量浓度为 19.26 和 6.42 mg/m³ 的处理组其香梨TA含量有所增加,可能是果实的呼吸强度受到了臭氧的抑制,从而抑制了营养物质的

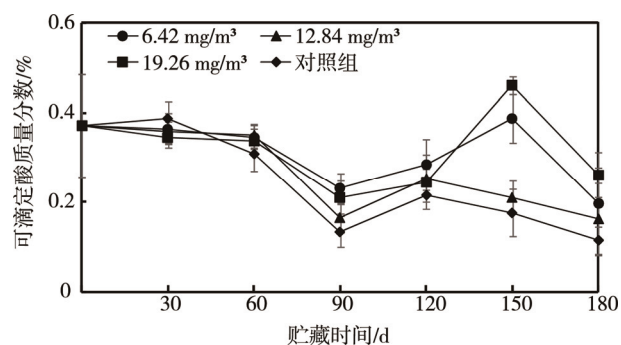


图4 臭氧处理对库尔勒香梨可滴定酸含量的影响

Fig.4 Effects of ozone treatment on the content of TA of Korla Pears

消耗。贮藏期内, 经臭氧处理的香梨其 TA 含量均高于对照组, 说明臭氧处理后香梨的 TA 含量得到了较好保持。其中经臭氧质量浓度为 19.26 mg/m^3 处理后的香梨效果最好, TA 含量高, 酸甜适口。

2.5 呼吸强度

呼吸作用与果实的成熟衰老、生理病害和贮藏寿命等有着密切关系, 而呼吸强度则是预测贮藏潜力的指标之一。臭氧处理对库尔勒香梨呼吸强度的影响见图 5, 可知, 采后对照组的香梨在 0~90 d 时呼吸强度一直维持在较高水平。臭氧处理使香梨呼吸强度迅速下降, 30 d 时, 经臭氧质量浓度为 19.26 mg/m^3 处理后的果实呼吸强度仅为对照组的 1/3, 在贮藏第 90 天时, 香梨代谢缓慢, 呼吸强度较低, 为整个贮藏期的最低水平。贮藏第 120 天时, 经臭氧处理的香梨与对照组的呼吸强度均达到顶峰, 果实代谢加快, 对照组峰值为 $20.13 \text{ mg/(kg}\cdot\text{h)}$, 明显高于臭氧质量浓度为 19.26 mg/m^3 的处理组 ($14.32 \text{ mg/(kg}\cdot\text{h)}$)。经臭氧处理后的香梨呼吸高峰并没有推迟, 但却在很大程度上抑制了呼吸强度。质量浓度为 6.42 和 12.84 mg/m^3 的臭氧处理组与对照组相比, 梨果的呼吸高峰值也得到了降低, 说明臭氧均能降低果实的呼吸代谢, 其中臭氧质量浓度为 19.26 mg/m^3 时的效果最好。

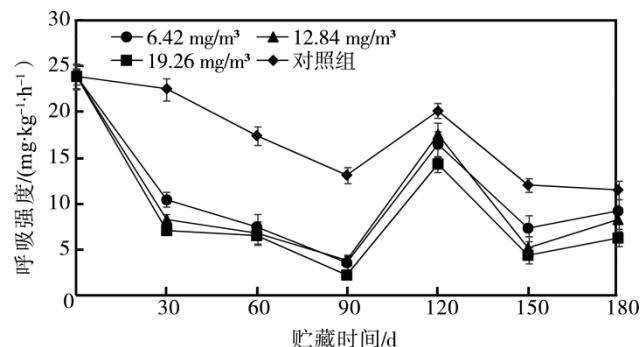


图 5 臭氧处理对库尔勒香梨呼吸强度的影响

Fig.5 Effects of ozone treatment on respiration intensity of Korla Pears

2.6 乙烯释放速率

乙烯是一种成熟衰老激素, 对果实的成熟、衰老起调控作用^[15]。臭氧处理对库尔勒香梨乙烯释放速率的影响见图 6, 可知, 在贮藏第 30 天时, 对照组的乙烯释放速率加快, 很快就达到高峰, 果实提前进入衰老阶段, 营养物质消耗加快。处理组的乙烯释放速率高峰都出现在第 120 天左右, 臭氧处理使乙烯释放速率高峰推迟了 3 个月, 梨果成熟变缓, 并且经臭氧质量浓度为 19.26 mg/m^3 处理后的香梨, 其乙烯释放速率明显低于其他臭氧处理组。由此, 质量浓度为 19.26 mg/m^3 的臭氧处理可以降低营养物质的消耗和延缓果实的成熟。

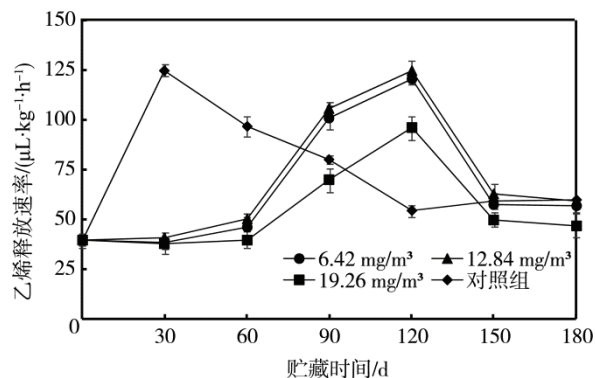


图 6 臭氧处理对库尔勒香梨乙烯释放速率的影响

Fig.6 Effects of ozone treatment on ethylene release velocity of Korla Pears

2.7 好果率

贮藏 180 d 后, 质量浓度为 6.42 , 12.84 , 19.26 mg/m^3 的臭氧处理组的好果率分别为 87%, 90%, 95%, 对照组的好果率最低, 只有 75%, 对照组果实的表皮皱缩、果实变软、果肉褐变, 商品价值较低。臭氧处理后, 好果率均能达到 85% 以上, 其中经臭氧质量浓度为 19.26 mg/m^3 处理后的梨果表皮鲜绿、果肉细嫩。

3 结语

在销地贮藏期内, 未经臭氧处理的香梨其硬度下降迅速, 质地软化较快, 较早地出现乙烯释放速率高峰, 可溶性固形物含量和可滴定酸含量迅速下降, 表皮黄化变得暗红, 色泽口感不佳。香梨经臭氧处理后, 可溶性固形物含量和可滴定酸含量的下降得到了延缓, 保持了果实较好的风味, 果皮由绿变红的过程变慢, 保持了果实较好的色泽, 硬度得到了较好保持, 抑制了果实的呼吸强度, 推迟乙烯释放速率高峰的出现, 使香梨处于代谢缓慢的状态, 延缓了果实的成熟, 延长了贮藏时间。经臭氧质量浓度为 19.26 mg/m^3 处理后的香梨具有更好的品质, 呼吸强度和乙烯释放率低, 可溶性固形物含量和可滴定酸含量保持较好, 口感酸甜适中, 色泽鲜绿。由此, 臭氧质量浓度为 19.26 mg/m^3 时更适宜香梨的销地贮藏。

参考文献:

- [1] 柴仲平, 王雪梅, 陈波浪, 等. 不同氮磷钾施肥配比对库尔勒香梨果实品质的影响[J]. 经济林研究, 2013, 31(3): 154—157.
CHAI Zhong-ping, WANG Xue-mei, CHEN Bo-lang, et al. Influences of Different Treatments of N, P, K Fertilization Proportion on Fruit Quality in Pyrus Brestschneideri[J]. Nonword Forest Research, 2013, 31(3): 154—157.

- [2] 贾晓辉, 王文辉, 李世强, 等. 库尔勒香梨萼端黑斑病发生的原因[J]. 果树学报, 2010, 27(4): 556—560.
JIA Xiao-hui, WANG Wen-hui, LI Shi-qiang, et al. Causes of Occurrence of the Calyx-end Black Spot on Korla Fragrant Pear[J]. Journal of Fruit Science, 2010, 27(4): 556—560.
- [3] 江英, 陈国刚, 秦隰. 库尔勒香梨果实病害的研究进展[J]. 中国果菜, 2014(2): 18—20.
JIANG Ying, CHEN Guo-gang, QIN Jie. Research Progress of Diseases of Korla Fragrant Pear Fruit[J]. China Fruit Vegetable, 2014(2): 18—20.
- [4] 杜琴, 孔利, 赵思峰, 等. 新疆库尔勒香梨腐烂病病原鉴定[J]. 新疆农业科学, 2013, 50(12): 2258—2265.
DU Qin, KONG Li, ZHAO Si-feng, et al. Identification of Valsa Canker Pathogen of Korla Pear Tree[J]. Xinjiang Agricultural Sciences, 2013, 50(12): 2258—2265.
- [5] 赵晓丹, 傅达奇, 李莹. 臭氧结合气调冷藏对草莓保鲜品质的影响[J]. 食品科技, 2015(6): 24—28.
ZHAO Xiao-dan, FU Da-qi, LI Ying. Effect of O₃ Treatment Combined with Atmosphere Control (CA) on the Storage Quality of Strawberry[J]. Food Science and Technology, 2015(6): 24—28.
- [6] ALI A, MEI K O, FORNEY C F. Effect of Ozone Pre-conditioning on Quality and Antioxidant Capacity of Papaya Fruit during Ambient Storage[J]. Food Chemistry, 2014, 142(2): 19—26.
- [7] 王文生. 臭氧保鲜果品的应用技术及作用机理研究[D]. 北京: 中国农业大学, 2005.
WANG Wen-sheng. Study on the Mechanism and Application of Preservation of Fruits with Ozone[D]. Beijing: China Agricultural University, 2005.
- [8] 王文生, 闫师杰, 石志平. 臭氧处理对货架期葡萄果实品质的影响[J]. 保鲜与加工, 2008, 8(6): 28—31.
WANG Wen-sheng, YAN Shi-jie, SHI Zhi-ping. Effects of Ozone Treatment on Quality of Table Grape during Shelf-life[J]. Storage Process, 2008, 8(6): 28—31.
- [9] 李华江, 王文生, 董成虎, 等. 臭氧与保鲜剂处理对巨峰葡萄保鲜效果的影响[J]. 保鲜与加工, 2009, 9(6): 21—24.
LI Hua-jiang, WANG Wen-sheng, DONG Cheng-hu, et al. Effects of Preservation of Kyoho Grape Treated by Ozone and Preservative[J]. Storage Process, 2009, 9(6): 21—24.
- [10] 牛锐敏, 陈雀民, 于蓉, 等. 臭氧处理对红富士苹果生理变化及贮藏品质的影响[J]. 安徽农业科学, 2009, 37(8): 3749—3751.
NIU Rui-min, CHEN Que-min, YU Rong, et al. Effects of Ozone Treatment on Physiological Changes and Storage Quality of Fuji Apple[J]. Journal of Anhui Agricultural Sciences, 2009, 37(8): 3749—3751.
- [11] 张红印, 马龙传, 姜松, 等. 臭氧结合拮抗酵母对草莓采后灰霉病的控制[J]. 农业工程学报, 2009, 25(5): 258—263.
ZHANG Hong-yin, MA Long-chuan, JIANG Song, et al. Effect of Ozone in Combination with Antagonistic Yeast on Postharvest Gray Mold Rot Incidence in Strawberry Fruits[J]. Transactions of the CSAE, 2009, 25(5): 258—263.
- [12] 陈国刚. 库尔勒香梨采后贮藏中果皮锈斑产生机制的研究[D]. 无锡: 江南大学, 2012.
CHEN Guo-gang. Studies on Formation Mechanism of Fruit Peel Epidermis Rust on Korla Fragrant Pear[D]. Wuxi: Jiangnan University, 2012.
- [13] 赵晓敏, 杨玉荣, 李建鲲, 等. 1-MCP 处理对库尔勒香梨采后果皮蜡质变化的影响[J]. 食品科学, 2015, 36(18): 262—266.
ZHAO Xiao-min, YANG Yu-rong, LI Jian-kun, et al. Effect of 1-Methylcyclopropene Treatment on Postharvest Changes in Epicuticular Wax of Korla Fragrant Pear Fruits during Ambient Temperature Storage[J]. Food Science, 2015, 36(18): 262—266.
- [14] 邓冰, 韩云云, 韩艳文, 等. 库尔勒香梨缓慢降温后适宜温湿度条件的研究[J]. 包装工程, 2016, 37(7): 45—50.
DENG Bing, HAN Yun-yun, HAN Yan-wen, et al. Optimal Temperature and Humidity Conditions of Korla Fragrant Pear under Slow Cooling[J]. Packaging Engineering, 2016, 37(7): 45—50.
- [15] 牛锐敏. 不同采收期及臭氧处理对红富士苹果贮藏品质和生理生化变化的影响[D]. 杨凌: 西北农林科技大学, 2006.
NIU Rui-min. Effect of Harvest Date and Ozone Treatment on Storage Quality and Physiological Changes of Fuji Apple[D]. Yangling: Northwest A&F University, 2006.