

臭氧处理对美人指葡萄保鲜效果的影响

纪海鹏¹, 张佳楠², 董成虎¹, 关军锋³, 陈存坤¹, 于晋泽¹, 席兴军⁴

(1.国家农产品保鲜工程技术研究中心(天津), 天津 300384;

2.天津科技大学 食品工程与生物技术学院食品营养与安全省部共建教育部重点实验室, 天津 300457;

3.河北省农林科学院遗传生理研究所, 石家庄 050051; 4.中国标准化研究院, 北京 100191)

摘要:目的 研究不同臭氧浓度对美人指葡萄的保鲜效果。方法 以美人指葡萄为实验材料, 设置 0, 6.72, 12.84, 19.26 mg/m³ 等 4 种臭氧浓度对果实进行处理, 通过测定贮藏期间美人指葡萄的果柄耐拉力、可溶性固形物、硬度、色差、还原糖含量和多酚氧化酶活性等指标来研究美人指葡萄在贮藏过程中品质的变化。结果 结果表明, 3 组臭氧处理组对美人指葡萄均有一定的保鲜效果, 其中 19.26 mg/m³ 处理组的效果要优于 6.72 和 12.84 mg/m³ 处理组。在整个贮藏过程中, 19.26 mg/m³ 处理组果实的果柄耐拉力、可溶性固形物含量、硬度和还原糖的含量分别下降了 2.71 N, 1.58%, 2.76 N, 5.51%, 果皮的 *L**值提高了 4.22, 同时多酚氧化酶 (polyphenol oxidase, PPO) 的活性降低了 0.072 U/(min·g)。结论 采用 19.26 mg/m³ 臭氧浓度能够有效保持美人指葡萄采后果实的品质, 减缓了美人指葡萄果柄耐拉力的降低进程, 以及还原糖含量的减小趋势, 保持了果实的硬度、可溶性固形物含量和果皮色泽, 同时抑制了多酚氧化酶活性, 延缓了果实褐变的进程。

关键词: 臭氧; 美人指葡萄; 贮藏; 品质

中图分类号: TS255.3 文献标识码: A 文章编号: 1001-3563(2020)01-0017-06

DOI: 10.19554/j.cnki.1001-3563.2020.01.003

Effects of Ozone Treatment on the Preservation Effect of Manicure Finger Grape

JI Hai-peng¹, ZHANG Jia-nan², DONG Cheng-hu¹, GUAN Jun-feng³,
CHEN Cun-kun¹, YU Jin-ze¹, XI Xing-jun⁴

(1.National Engineering Technology Research Center for Preservation of Agricultural Products (Tianjin), Tianjin 300384,

China; 2.College of Food Engineering and Biotechnology, State Key Laboratory of Food Nutrition and Safety, Tianjin

University of Science & Technology, Tianjin 300457, China; 3.Institute of Genetics and Physiology,

Heibei Academy of Agriculture and Forestry Sciences, Shijiazhuang 050051, China;

4.China National Institute of Standardization, Beijing 100191, China)

ABSTRACT: The work aims to study the preservation effect of different ozone concentrations on the Manicure Finger grapes. Used as test materials, Manicure Finger grapes were treated with different concentrations of ozone (0, 6.72, 12.84

收稿日期: 2019-09-16

基金项目: 十三五重点研发项目 (2016YFD0400903-05, 2018YFF0213605-2); 天津市林果现代产业技术体系创新团队 (ITTFPRS2018009, ITTHRS2018011, ITTHRS2018000); 天津市科技计划 (17YFYZCG00010, 17JCQNJC14700); 天津市农业科技成果转化与推广项目 (2017011100); 天津市青年科研人员创新研究与实验项目 (17011, 2020009, 2018010); 国家葡萄产业技术体系项目 (CARS-29)

作者简介: 纪海鹏 (1985—), 男, 助理研究员, 主要研究方向为农产品低温物流与保鲜。

通信作者: 于晋泽 (1974—), 男, 高级工程师, 主要研究方向为果蔬贮藏保鲜设施开发与应用; 席兴军 (1973—), 男, 副研究员, 主要研究方向为果蔬流通标准化技术应用。

and 19.26 mg/m³). The tensile strength of the stem, soluble solids, hardness, chromatic aberration, reducing sugar content, polyphenol oxidase activity and other indicators of the Manicure Finger grapes during storage were tested to study the quality changes of Manicure Finger grapes in the storage process. The results showed that, three ozone treatment groups had a certain preservation effect on the Manicure Finger grapes, in which the effect of 19.26 mg/m³ treatment group was superior to that of the 6.72 and 12.84 mg/m³ treatment groups. In the entire storage process, the stem tensile strength, soluble solid content, hardness and reducing sugar content of the 19.26 mg/m³ treatment group respectively decreased by 2.71 N, 1.58%, 2.76 N and 5.51%, and the *L** value of the peel increased by 4.22. In the mean time, the activity of polyphenol oxidase (PPO) was reduced by 0.072 U/(min·g). The ozone concentration of 19.26 mg/m³ can effectively maintain the postharvest quality of grapes, by slowing down the reduction of the tensile strength of the grape stem and the decreasing trend of the reducing sugar content, maintaining the hardness, soluble solid content and peel color of the fruit, and inhibiting polyphenol oxidase activity to delay the browning process of the fruit.

KEY WORDS: ozone; Manicure Finger grape; storage; quality

美人指葡萄属于二倍体欧亚种,由原日本植原葡萄研究所通过杂交所得^[1]。由于美人指葡萄风味独特,果肉酸甜可口,营养丰富,因而深受大众喜爱^[2—3]。美人指葡萄为晚熟品种,抗病虫性差,易感染白腐病和灰霉病,在贮藏过程中容易发生果粒脱落,从而腐败变质,造成大量经济损失。目前没有一种理想的美人指贮藏保鲜技术。

SO₂ 保鲜剂是目前市场上葡萄保鲜最有效的技术之一,但是其存在一定弊端,容易造成果实漂白脱色和有害物质残留^[4]。也有学者通过低温贮藏、气调保鲜、辐照、臭氧等技术提高了葡萄的保鲜效果,但这些研究普遍集中在巨峰葡萄或者红提葡萄等种类。臭氧保鲜是近年来新兴的一种绿色保鲜技术^[5]。臭氧是一种强氧化剂,能够在短时间内快速杀死细菌和霉菌等有害病菌,同时能够降低农药的残留^[6—7]。另外,臭氧能够提高果蔬的保鲜效果,在部分果蔬上得到了验证,比如胡萝卜^[8]、桑葚^[9]、金针菇^[10]等。由于针对臭氧气体保鲜采后美人指葡萄的研究很少,因此文中以美人指葡萄为实验材料,通过设置不同臭氧气体浓度来处理美人指葡萄,研究提高美人指葡萄臭氧保鲜的适宜浓度,为以后的美人指葡萄贮藏保鲜提供一定的参考。

1 实验

1.1 材料与设备

供试材料为美人指葡萄,于2018年9月14日采自河北涿鹿,采后运至国家农产品保鲜工程技术研究中心(天津),入库预冷,预冷温度为(-0.5±0.5)°C,预冷时间为16 h。

仪器与设备: PAL-1 手持式糖度计,日本 Atago 公司;WR-10 精密色差计,深圳市威福光电科技有限公司;NK10 指针式推拉力计,乐清市艾德宝仪器有限公司;TA.XT.Plus 质构仪,英国 SMS 公司;UV-1780

紫外分光光度计,日本岛津公司;HR/T20M 台式高速冷冻离心机,湖南赫西仪器装备有限公司;空气杀菌消毒机,3S-K10。

1.2 方法

将新鲜、无腐烂、无病虫害、完好的葡萄放入塑料袋包装,并装筐,随机分为4组,每组30 kg,分别通入0, 6.72, 12.84, 19.26 mg/m³ 臭氧浓度的气体进行处理(在冷库中进行),记为CK组、T1组、T2组和T3组。每天处理1次,每次30 min,于(-0.5±0.5)°C冷库中进行贮藏。在贮藏期内,每隔20 d 随机取样,并测定其相关指标,每个指标重复3次实验。

1.3 测定指标

1) 果柄耐拉力。每组处理随机挑选10粒带果柄的果粒,测定其果柄耐拉力^[11]。

2) 可溶性固形物。每组处理随机取10粒葡萄,研磨后用纱布过滤,使用 PAL-1 手持式糖度计测定其可溶性固形物含量^[12]。

3) 硬度。采用质地多面分析法对美人指葡萄进行 TPA 测定,单位为 kg/cm²。测试参数:P/2 探头,探头的受力面积为 0.0314 cm²,探测深度为 5 mm,测试速度为 2 mm/s^[13]。

4) 色差。每组随机选取10个果粒,每次测定用同样的葡萄,使用 SMY-2000 测色色差仪进行测定^[14]。

5) 还原糖。参照曹建康^[15]等方法,采用 3,5-二硝基水杨酸法测定还原糖含量,计算公式:还原糖含量= $m_1 \cdot V \cdot N \cdot 100\% / (V_s \cdot m \cdot 1000)$,式中: m_1 为从标准曲线查得的葡萄糖质量(mg); V 为样品提取液总体积(mL); N 为样品提取液的稀释倍数; V_s 为测定时所取样品提取液体积(mL); m 为样品质量(g)。

6) 多酚氧化酶的活性。参照曹建康^[15]等方法,

通过比色法测定多酚氧化酶活性。

7) 好果率。好果率=(完好无腐烂颗粒数/检查总果颗粒数)×100%。

1.4 数据处理

采用 Microsoft Excel 2010 软件分析和绘图, 计算平均值和标准偏差。

2 结果与分析

2.1 臭氧处理对美人指葡萄果柄耐拉力的影响

果柄耐拉力是衡量葡萄果粒与果梗部位脱落所需外力的大小, 同时也是表征鲜食葡萄落粒难易程度的指标^[16]。从图 1 中可以看出, 葡萄果柄的耐拉力在整个贮藏过程中呈现衰减的趋势。在贮藏的前 20 d, CK 组、T1 组、T2 组和 T3 组的果柄耐拉力分别下降了 1.82, 0.87, 0.97, 0.89 N; 在贮藏的前 20~60 d, CK 组、T2 组、T3 组果柄的耐拉力呈现稳定的状态, T1 组的耐拉力下降趋势严重; 在贮藏结束时, T3 组的果柄耐拉力最大。这表明, T3 处理对美人指葡萄果柄耐拉力的保持具有较好的效果。

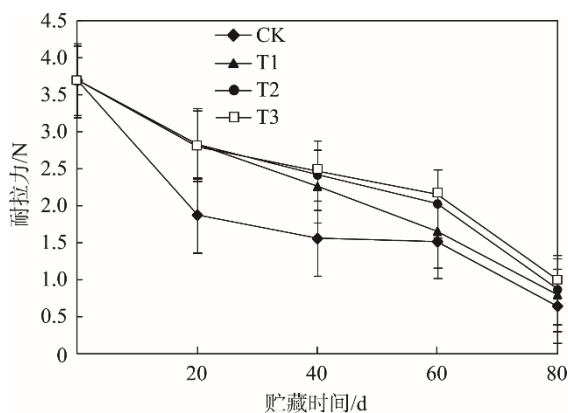


图 1 臭氧处理对美人指葡萄果柄耐拉力的影响

Fig.1 Influences of ozone treatment on tensile strength of stem of Manicure Finger grape

2.2 臭氧处理对美人指葡萄的可溶性固形物含量的影响

可溶性固形物是衡量果实口感的主要指标之一^[17]。由图 2 可知, 各处理组的可溶性固形物含量均呈现下降趋势。在贮藏结束时, CK 组、T1 组、T2 组和 T3 组的可溶性固形物含量由初始的 18.9% 分别下降到 15.3%, 15.6%, 16.9%, 17.4%, 其中 T3 组的含量降低得最少, 且贮藏 20 d 后 T 组的可溶性固形物含量均高于 CK 组。这表明, 适宜的臭氧浓度能够在一定的程度上抑制美人指葡萄可溶性固形物含量的降低。

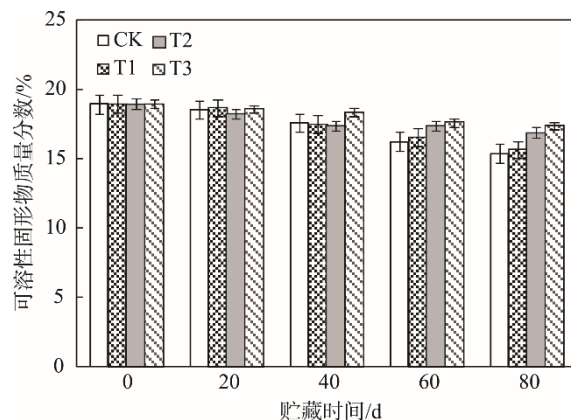


图 2 臭氧处理对美人指葡萄的可溶性固形物含量的影响

Fig.2 Influences of ozone treatment on SSC of Manicure Finger grape

2.3 臭氧处理对美人指葡萄硬度的影响

硬度是评价果实外观品质的重要指标之一^[18]。由图 3 可知, CK 组和 T 组的硬度在整个贮藏过程中不断下降, 但不同的处理组变化程度不同。在贮藏的前 40 d, CK 组和 T 组美人指葡萄的硬度由最初的 8.1962 N 分别下降到 6.45, 6.77, 7.15, 7.60 N, CK 组果实的软化现象最为严重。在贮藏的最后 20 d, CK 组、T1 组和 T2 组的硬度大幅度下降, T3 组果实的硬度维持在较好的水平。这表明, 臭氧处理能够维持美人指葡萄的硬度, 其中 T3 组的臭氧浓度为最佳。

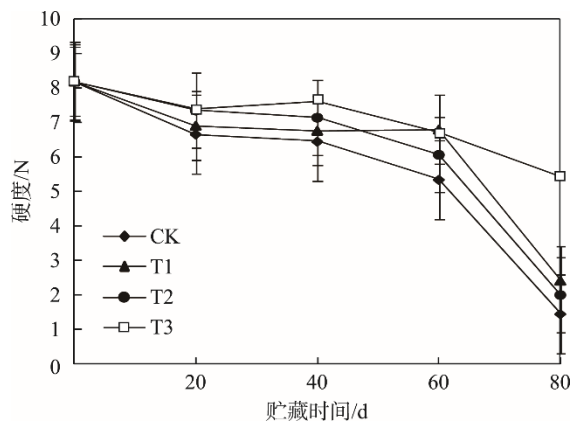


图 3 臭氧处理对美人指葡萄硬度的影响

Fig.3 Influences of ozone treatment on hardness of Manicure Finger grape

2.4 臭氧处理对美人指葡萄色差的影响

果实外观的可接受性与表面的颜色密切相关。 L^* 值高低反映果实表面的明亮度^[19-21]。由图 4 可知, CK 组美人指葡萄的亮度不断增加, T 组果皮颜色的变化趋势与 CK 组类似。在整个贮藏期间, CK 组的果皮亮度一直小于 T 组, 可见臭氧处理能够提高美人指葡萄的亮度。其中 T 组在贮藏结束时, L^*

值的关系大致为 $T3 > T2 > T1$ 。这表明, $T3$ 组臭氧浓度是保持高美人指葡萄果皮亮度的适宜浓度。

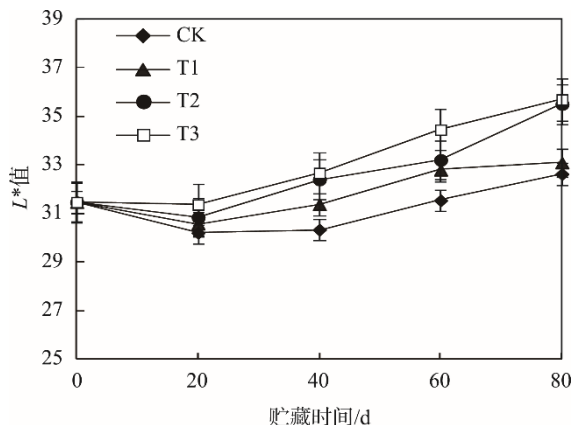


图4 臭氧处理对美人指葡萄的 L^* 值的影响
Fig.4 Influences of ozone treatment on L^* value of Manicure Finger grape

2.5 臭氧处理对美人指葡萄还原糖的影响

葡萄果实中糖分的质量分数约为 10%~30%, 是评价葡萄品质的主要参考^[22]。由图 5 可知, CK 组和 T 组的还原糖含量随着贮藏时间的增加不断下降。CK 组还原糖含量的下降可能是由于果实的衰老和呼吸作用, 还原糖作为底物被消耗了。T 组的还原糖含量在整个贮藏过程中一直高于 CK 组, 其中 $T3$ 组的还原糖含量最高, 其次是 $T2$ 组, 最后为 $T1$ 组。这表明, 臭氧处理有利于抑制还原糖含量的下降, $T3$ 组的臭氧浓度为适宜的浓度。

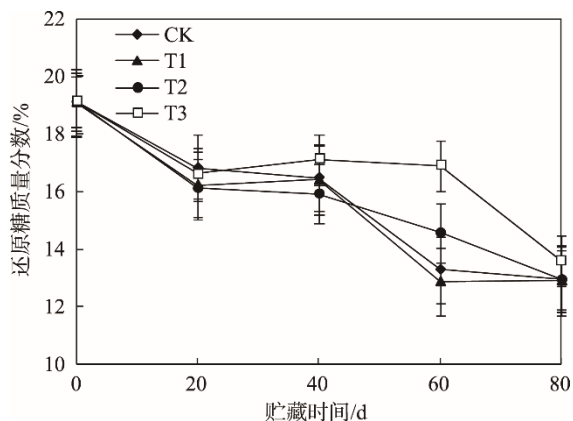


图5 臭氧处理对美人指葡萄还原糖的影响
Fig.5 Influences of ozone treatment on reducing sugar of Manicure Finger grape

2.6 臭氧处理度对美人指葡萄多酚氧化酶活性的影响

果实在贮藏过程中易发生褐变, 严重降低了果实的品质及价值, PPO 活性直接影响着果实的褐变程度^[23]。由图 6 可知, CK 组和 T 组的 PPO

活性随着贮藏时间的增加逐渐下降。在贮藏前 20 d, T 组的 PPO 活性显著降低, CK 组的活性要高于 T 组。这表明, 臭氧处理能够降低 PPO 的活性。在贮藏 20~60 d, CK 组和 T 组的酶活性都处于相对平稳的状态, 其中 $T3$ 组最低, $T2$ 次之, 最高为 CK 组。由此可见, $T3$ 处理组臭氧浓度是降低多酚氧化酶活性和延缓美人指葡萄褐变进程的适宜浓度。

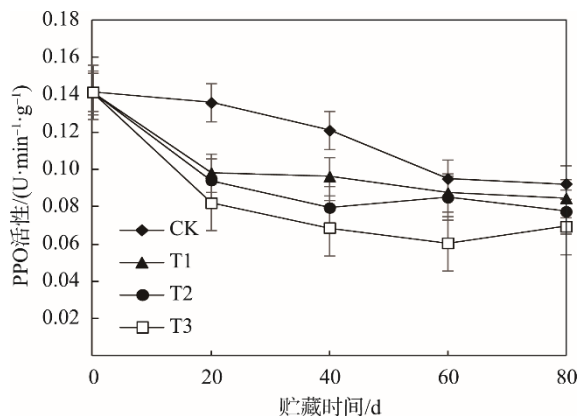


图6 臭氧处理对美人指葡萄 PPO 活性的影响
Fig.6 Influences of ozone treatment on PPO activity of Manicure Finger grape

2.7 臭氧处理对美人指葡萄好果率的影响

果实的好坏直接反应了果实的贮藏品质和商品性^[24]。由图 7 可知, 在贮藏前 20 d, CK 组和 T 组的果实一直维持在较好的水平, 好果率均在 95% 以上; 之后随着贮藏时间的延长, 各组的好果率下降的速度逐渐加快, 并出现不同的差异, 且 CK 组的好果率一直低于 T 组, 贮藏结束时 CK 组、T1 组、T2 组和 $T3$ 组的好果率分别为 62%, 71%, 72.9%, 77.8%。结果表明, 在一定范围内不同臭氧浓度处理均能维持果实的贮藏品质, 其中 $T3$ 组的效果较好。

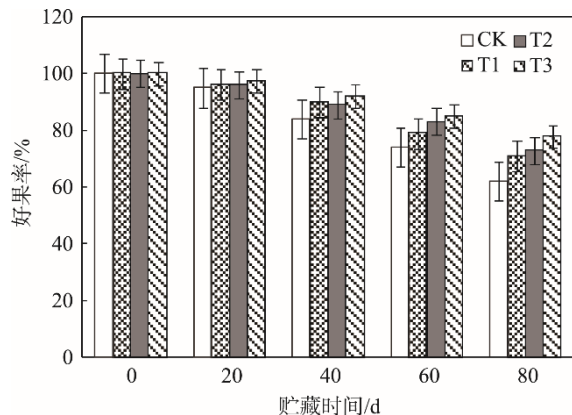


图7 臭氧处理对美人指葡萄好果率的影响
Fig.7 Influences of ozone treatment on the good fruit rate of Manicure Finger grape

3 讨论

文中实验结果表明,在温度为 0 °C 的贮藏条件下,不同的臭氧浓度对美人指葡萄有着不同的影响。在贮藏期间,臭氧处理组相较于对照组而言,美人指葡萄的外观品质具有更好表现,好果率更高。这可能是由于臭氧具有杀菌作用,臭氧中氧原子强烈的氧化作用破坏了微生物膜的结构,改变了细胞的通透性,从而杀灭了葡萄表面的致病菌,更好地保持了葡萄的品质^[25],这与蒲婉璐等^[26]的研究结果一致。此外,臭氧处理对美人指葡萄果实硬度、可溶性固形物和还原糖含量的变化均有较好的控制作用;刘焕军等^[27]也发现臭氧处理能够维持猕猴桃果实的硬度、可溶性固形物含量等,且在臭氧浓度为 170 mg/m³ 时的效果更好;在李文生等^[28]的研究中表明,臭氧处理葡萄在短时间内对维生素 C 含量、可溶性固形物含量等并无显著影响,这表明臭氧处理时间的不同会导致果实生理品质的差异。

4 结语

臭氧处理通过减缓美人指葡萄果柄耐拉力的变化,防止果粒的脱落,增加了果皮色泽的亮度,保持了可溶性固形物含量、硬度和还原糖含量,抑制了贮藏期间多酚氧化酶活性的变化,延缓了果实褐变和衰老的进程,从而提高了美人指葡萄采后贮藏品质,其中 T3 组的臭氧浓度能够最有效地保持美人指葡萄的品质。

参考文献:

- [1] 徐宏化. 美人指葡萄[J]. 分子植物种, 2016, 14(8): 2245.
XU Hong-hua. Manicure Finger Grape[J]. Molecular Plant Breeding, 2016, 14(8): 2245.
- [2] 曹婷, 朱明, 丁莎莎, 等. 茶多酚复配剂对新美人指葡萄贮藏品质的影响[J]. 江苏农业科学, 2016, 44(5): 336—339.
CAO Ting, ZHU Ming, DING Sha-sha, et al. Effect of Tea Polyphenols Compound on Storage Quality of New Manicure Finger Grape[J]. Jiangsu Agricultural Sciences, 2016, 44(5): 336—339.
- [3] 宫磊, 张久慧, 陈迎春, 等. 晚熟葡萄品种美人指在济南地区的避雨栽培表现[J]. 中外葡萄与葡萄酒, 2017(3): 56—58.
GONG Lei, ZHANG Jiu-hui, CHEN Ying-chun, et al. Late-ripening Manicure Finger Grape Variety in Jinan Area of Rain-proof Cultivation Performance[J]. Sino-overseas Grapevine & Wine, 2017(3): 56—58.
- [4] 陈仁驰, 吴培文, 许蕙金兰, 等. SO₂ 结合壳聚糖处理对采后鲜食葡萄品质的影响[J]. 食品研究与开发, 2018, 39(19): 185—190.
CHEN Ren-chi, WU Pei-wen, XU Hui-jin-lan, et al. Effect of SO₂ Combined with Chitosan on the Quality of Fresh Grape[J]. Food Research and Development, 2018, 39(19): 185—190.
- [5] 刘伟, 王洪江, 孟令伟. 保鲜技术在果蔬仓储过程中的应用研究进展[J]. 包装工程, 2017, 38(17): 58—63.
LIU Wei, WANG Hong-jiang, MENG Ling-wei. Research Progress of Fresh-keeping Technology in Fruits and Vegetables Storage[J]. Packaging Engineering, 2017, 38(17): 58—63.
- [6] 韩爱云, 侯惠静, 左晓磊, 等. 臭氧在鸡蛋保鲜中的应用研究进展[J]. 食品研究与开发, 2018, 39(21): 215—220.
HAN Ai-yun, HOU Hui-jing, ZUO Xiao-lei, et al. Applied Research Progress of Ozone in Shell Eggs Preservation[J]. Food Research and Development, 2018, 39(21): 215—220.
- [7] 朱庆庆, 孙金才, 倪穗. 臭氧在果蔬保鲜及降解农药方面的研究进展[J]. 中国野生植物资源, 2017, 36(1): 54—57.
ZHU Qing-qing, SUN Jin-cai, NI Sui. Research Progress of Ozone in Fruit and Vegetable Preservation and Degradation of Pesticides[J]. Chinese Wild Plant Resources, 2017, 36(1): 54—57.
- [8] SOUZA L P D, LÊDA R D F, HELENO F F, et al. Effects of Ozone Treatment on Postharvest Carrot Quality[J]. LWT, 2018, 90: 53—60.
- [9] HAN Q, GAO H, CHEN H, et al. Precooling and Ozone Treatments Affects Postharvest Quality of Black Mulberry (*Morus Nigra*) Fruits[J]. Food Chemistry, 2017, 221: 1947—1953.
- [10] 刘青, 申雨苗, 张瑶, 等. 臭氧处理对金针菇保鲜效果的影响[J]. 食品工业科技, 2019, 40(17): 280—284.
LIU Qing, SHEN Yu-miao, ZHANG Yao, et al. Effects of Ozone Treatment on Postharvest Quality of *F. lamulianus* Velutipes[J]. Science and Technology of Food Industry, 2019, 40(17): 280—284.
- [11] 集贤, 张平, 朱志强, 等. 不同温度及套袋处理对采后“巨峰”葡萄果梗的保鲜效果[J]. 北方园艺, 2018(7): 121—128.
JI Xian, ZHANG Ping, ZHU Zhi-qiang, et al. Preservation Effects of Different Temperature and Bagging Treatments on Postharvest 'Kyoho' Grape Stems[J]. Northern Horticulture, 2018(7): 121—128.
- [12] 季丽丽, 梁芸志, 陈存坤, 等. 不同浓度臭氧气体处理对采后西葫芦贮藏品质的影响[J]. 食品安全质量检测学报, 2017, 8(8): 3185—3191.
JI Li-li, LIANG Yun-zhi, CHEN Cun-kun, et al. Effect of Different Concentrations of Ozone Gas Treatment on Storage Quality of Post-harvest Squash[J]. Journal of Food Safety & Quality, 2017, 8(8): 3185—3191.
- [13] LIU C, ZHENG H, SHENG K, et al. Effects of Melatonin Treatment on the Postharvest Quality of Strawberry Fruit[J]. Postharvest Biology and Technology,

- 2018, 139: 47—55.
- [14] 张雷刚, 马艳弘, 张映瞳, 等. 气调保鲜对草莓贮藏期品质的影响[J]. 山西农业大学学报(自然科学版), 2019, 39(2): 41—45.
- ZHANG Lei-gang, MA Yan-hong, ZHANG Ying-tong, et al. The Effect of Controlled Atmosphere on the Storage Quality of Strawberry[J]. Journal of Shanxi Agricultural University(Nature Science Edition), 2019, 39(2): 41—45.
- [15] 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, 2007: 103—105.
- CAO Jian-kang, JIANG Wei-bo, ZHAO Yu-mei. Experiment Guidance of Postharvest Physiology and Biochemistry of Fruits and Vegetables[M]. Beijing: China Light Industry Press, 2007: 103—105.
- [16] 邓冰, 韩云云, 张玉凤, 等. 1-MCP 结合 CT 复合保鲜剂对木纳格葡萄保鲜效果的研究[J]. 保鲜与加工, 2018, 18(1): 8—13.
- DENG Bing, HAN Yun-yun, ZHANG Yu-feng, et al. Effect of 1-MCP Fumigation Combined with CT Compound Preservatives on Storage of Munake Grape[J]. Storage and Process, 2018, 18(1): 8—13.
- [17] 黄玮婷, 刘静, 吴洁, 等. 不同处理方式对草莓贮藏保鲜的影响[J]. 安徽农业大学学报, 2017, 44(5): 924—928.
- HUANG Wei-ting, LIU Jing, WU Jie, et al. Effects of Different Treatments on Biochemical Changes and Storage Quality Attributes of Strawberry[J]. Journal of Anhui Agricultural University, 2017, 44(5): 924—928.
- [18] 吕明珠, 于爽, 朱恩俊. 八角提取物对红提葡萄的保鲜效果研究[J]. 食品科技, 2016, 41(6): 241—247.
- LYU Ming-zhu, YU Shuang, ZHU En-jun. Effect of Star Anise Extract on the Preservation of Red Globe (Eriobotrya Japonica)[J]. Food Science and Technology, 2016, 41(6): 241—247.
- [19] CHU W, GAO H, CHEN H, et al. Effects of Cuticular Wax on the Postharvest Quality of Blueberry Fruit[J]. Food Chemistry, 2017, 239: 68—74.
- [20] 张聪聪, 吉茹, 逯新月, 等. 挂树和钙处理对樱桃果实贮藏品质的影响[J/OL]. 食品科学, 2019: 1—14. [2019-06-25]. <http://kns.cnki.net/kcms/detail/11.2206.ts.20190517.1515.006.html>.
- ZHANG Cong-cong, JI Ru, LU Xin-yue, et al. Effects of Tree-hanging and Calcium Treatment on Storage Quality of Cherry Fruits[J/OL]. Food Science, 2019: 1—14[2019-06-25]. <http://kns.cnki.net/kcms/detail/11.2206.ts.20190426.1422.024.html>.
- [21] 朱丹实, 任晓俊, 魏立威, 等. 华富苹果常温贮藏过程中感官品质及挥发性风味物质变化[J]. 食品工业科技, 2019, 40(20): 278—284.
- ZHU Dan-shi, REN Xiao-jun, WEI Li-wei, et al. Changes of Sensory Quality and Volatile Compounds of Huaifu Apple Preserved at Room Temperature[J]. Science and Technology of Food Industry, 2019, 40(20): 278—284.
- [22] 吕明珠, 于爽, 朱恩俊. 肉桂精油对红提葡萄保鲜效果的影响[J]. 食品科学, 2016, 37(6): 272—277.
- LYU Ming-zhu, YU Shuang, ZHU En-jun. Efficacy of Cinnamon Essential Oil for Preservation of Redglobe Table Grapes[J]. Food Science, 2016, 37(6): 272—277.
- [23] 罗文靖, 耿金川, 陈存坤, 等. 臭氧处理对库尔勒香梨采后生理及贮藏品质的影响[J]. 食品研究与开发, 2017, 38(23): 182—187.
- LUO Wen-jing, GENG Jin-chuan, CHEN Cun-kun, et al. Effects of Ozone Treatment on Postharvest Physiology and Storage Quality of Korla Fragrant Pear[J]. Food Research and Development, 2017, 38(23): 182—187.
- [24] 吉宁, 王瑞, 韩泽峰, 等. 不同成熟度水晶葡萄贮藏品质研究[J]. 河南农业科学, 2019, 48(9): 117—124.
- JI Ning, WANG Rui, HAN Ze-feng, et al. Study on the Storage Quality of Crystal Grapes with Different Maturity[J]. Journal of Henan Agricultural Sciences, 2019, 48(9): 117—124.
- [25] 曹琳, 李少华, 周树波, 等. 臭氧水处理对葡萄品质和表面微生物的影响[J]. 食品科技, 2017, 42(8): 40—44.
- CAO Lin, LI Shao-hua, ZHOU Shu-bo, et al. Effect of Ozone Water on Quality and Surface Microorganisms of Grapes[J]. Food Science, 2017, 42(8): 40—44.
- [26] 蒲婉璐, 李萍, 邓冰, 等. 臭氧熏蒸在木纳格葡萄低温贮藏中的适用性研究[J]. 包装工程, 2017, 38(17): 36—42.
- PU Wan-lu, LI Ping, DENG Bing, et al. Applicability of Ozone Fumigation in the Low-temperature Storage of Munake Grape[J]. Packaging Engineering, 2017, 38(17): 36—42.
- [27] 刘焕军, 罗安伟, 牛远洋, 等. 臭氧处理对猕猴桃果实采后病害及品质的影响[J]. 中国食品学报, 2018, 18(11): 175—183.
- LIU Huan-jun, LUO An-wei, NIU Yuan-yang, et al. Effects of Ozone Treatment on Kiwifruit's Post-harvest Disease and Quality[J]. Journal of Chinese Institute of Food Science and Technology, 2018, 18(11): 175—183.
- [28] 李文生, 王宝刚, 侯玉茹, 等. 臭氧气体熏蒸对鲜食葡萄品质的影响[J]. 北方园艺, 2017(15): 108—111.
- LI Wen-sheng, WANG Bao-gang, HOU Yu-ru, et al. Effect of Ozone Fumigation on Quality of Grape[J]. Northern Horticulture, 2017(15): 108—111.