

外源茉莉酸甲酯对解放钟枇杷果实 采后品质的影响

The effect of exogenous MeJA on postharvest quality of
Jiefang zhong loquat fruit

郑俊峰^{1,2}

谢建华^{1,2}

庞杰³

ZHENG Jun-feng^{1,2} XIE Jian-hua^{1,2} PANG Jie³

(1. 漳州职业技术学院食品与生物工程系, 福建 漳州 363000; 2. 农产品深加工及安全福建省
高校应用技术工程中心, 福建 漳州 363000; 3. 福建农林大学食品科学学院, 福建 福州 350002)

(1. Department of Food and Biology Engineering, Zhangzhou Institute of Technology, Zhangzhou, Fujian 363000, China; 2. The Applied Technical Engineering Center of Further Processing and Safety of Agricultural Products, Higher Education Institutions in Fujian Province, Zhangzhou, Fujian 363000, China; 3. College of Food Science and Technology, Fujian Agriculture and Forestry University, Fuzhou, Fujian 350002, China)

摘要:以福建云霄解放钟枇杷为试材,采用 10, 20, 50 $\mu\text{mol/L}$ 外源茉莉酸甲酯(MeJA)熏蒸 8 h,通过检测 $(4\pm 1)^\circ\text{C}$ 贮藏过程中可溶性固形物(TSS)、总糖、维生素 C、总酸(TA)含量和呼吸强度、失重率、乙烯释放速率、腐烂率等指标,研究 MeJA 熏蒸处理对枇杷果实采后品质的影响。结果表明,20 $\mu\text{mol/L}$ MeJA 熏蒸处理可抑制枇杷果实呼吸强度、降低失重率和贮藏前期乙烯释放速率,维持总糖、维生素 C、TA 和贮藏后期较高 TSS 含量。基于外源 MeJA 的浓度效应,10 $\mu\text{mol/L}$ MeJA 处理对枇杷果实失重率影响不显著,50 $\mu\text{mol/L}$ MeJA 处理对保持枇杷果实维生素 C、总糖、TA 和贮藏后期的 TSS 含量效果不明显。综上,20 $\mu\text{mol/L}$ MeJA 处理对枇杷果实采后品质有积极影响。

关键词:茉莉酸甲酯;解放钟枇杷;采后品质

Abstract: The fruit of Jiefang zhong loquat was fumigated with 10, 20, 50 $\mu\text{mol/L}$ MeJA for 8 hours. The effects of MeJA treatment on the postharvest quality of loquat during $(4\pm 1)^\circ\text{C}$ cold storage were studied by measuring the respiratory intensity, weight loss rate, ethylene release rate, decay rate and TSS, total sugar, V_C and TA content. The results showed that 20 $\mu\text{mol/L}$ MeJA fumigation inhibited the respiratory intensity, reduced the

weight loss rate and ethylene release rate in the early stage, maintained the content of total sugar, V_C and TA, TSS content in the late stage. Based on the concentration effect of exogenous MeJA, 10 $\mu\text{mol/L}$ MeJA fumigation had no significant effect on reducing the weight loss rate, while 50 $\mu\text{mol/L}$ fumigation had no significant effect on maintaining V_C , total sugar, TA, TSS content. Combine all the factors, 20 $\mu\text{mol/L}$ MeJA treatment had a positive effect on postharvest quality of loquat fruit.

Keywords: Methyl jasmonate; Jiefang zhong loquat; postharvest quality

茉莉酸甲酯(methyljasmonate, MeJA)是一种植物内源生长调节物质,不仅参与果蔬成熟等生理生化过程,还可诱导果蔬在贮运过程中产生抗病性、抗冷性、抗氧化活动,对保持果蔬生理品质和营养价值起到积极作用^[1]。MeJA 外源使用无毒、无污染,主要有熏蒸、浸泡、喷雾等方式,采用熏蒸主要是利用 MeJA 具有挥发性的特点,其可有效透过细胞膜进行信号传递,对改善果蔬采后代谢具有广谱的调控作用^[2-4]。研究发现,外源 MeJA 处理可诱导龙眼^[5]、夏橙^[6]、猕猴桃^[7]、蓝莓^[8]等水果在冷藏过程中产生抗性,调控果实物质代谢,更好地保持采后水果的商品价值和营养价值。

近年来,随着国内外鲜果产业的快速发展和消费者生活水平的稳步提高,对鲜果品质和营养价值的要求也越来越高,采后品质成为影响水果适销性的重要因素^[2]。研究^[2,9]表明,MeJA 处理诱导柑橘类、核果类、浆果类等不同种类水果出现了不同的抗冷性机理及品质影响效

基金项目:福建省教育厅中青年教师教育科研项目(编号: JZ180814);福建省科技计划项目(编号:2018N2002)

作者简介:郑俊峰,男,漳州职业技术学院讲师,硕士。

通信作者:谢建华(1976—),男,漳州职业技术学院副教授,硕士。E-mail: xiejh2001@163.com

收稿日期:2020-05-28

果;MeJA 外源应用具有明显的浓度效应,只有达到适宜浓度时才能有效发挥作用,但当浓度过高时,对果实采后品质影响反而不明显。

枇杷(*Eriobotrya japonica* Lindl)是中国南方特色的佳果,解放钟枇杷是福建省的主栽优良品种,成熟于五月上旬,为晚熟、红肉类枇杷,果实特大、汁液多、果肉致密,酸甜适度,很受国内外市场欢迎^[10-11]。枇杷果实皮薄、肉软、含水量高,易发生失水、腐烂、木质化、褐变等系列问题,引起食用品质下降进而失去商品价值,成为制约枇杷鲜果产业发展的瓶颈^[12]。外源 MeJA 因其使用安全、方便和用量少等优点,被广泛应用于采后水果贮藏保鲜,可明显提高果实品质和耐贮性^[13]。徐俐等^[14-16]探讨了温度对枇杷贮藏效果的影响,优化 MeJA 复合热空气处理、低温预贮等手段的枇杷保鲜和抗冷性工艺。基于此,试验拟设定 10,20,50 $\mu\text{mol/L}$ MeJA 浓度熏蒸处理,研究外源 MeJA 浓度差异对解放钟枇杷果实冷藏期间 $[(4\pm 1)^\circ\text{C}]$ 采后品质的影响,为筛选枇杷果实贮藏前 MeJA 处理适宜浓度,开发外源 MeJA 熏蒸保鲜技术提供参考。

1 材料与方法

1.1 材料、试剂与仪器

解放钟枇杷:福建省云霄县果园,使用泡沫网袋单个包装并分层放置塑料筐中,立即运回实验室,剔除病虫害果和机械损伤果,挑选外观饱满、果型大小均一、九成成熟的果实作为试材;

外源 MeJA:纯度 95%,美国 Sigma 公司;

2,6-二氯酚酚钠:分析纯,生工生物工程(上海)股份有限公司;

氢氧化钠、硫酸铜、葡萄糖、酒石酸钾钠、草酸、氯化钡:分析纯,广东汕头西陇化工公司;

气相色谱仪:GC-2010 型,日本岛津仪器有限公司;

酸度计:PHSJ-4A 型,上海仪电科学仪器股份有限公司;

糖度计:WYT 型,广州市爱宕科学仪器有限公司;

离心机:80-2 型,上海浦东物理光学仪器厂。

1.2 试验方法

设置处理组和对照组,处理组以 10,20,50 $\mu\text{mol/L}$ 3 个不同浓度的外源 MeJA 分别在 20 $^\circ\text{C}$ 恒温的密闭容器中连续熏蒸枇杷果实 8 h,对照组(CK)在同等条件下的密闭容器空气中放置 8 h,取出自然风凉,以塑料盒(18 cm $\times$ 12 cm $\times$ 4 cm)分装,每盒约 500 g,并采用 PE 薄膜包装,置于 $(4\pm 1)^\circ\text{C}$ 、RH 90%~95%的条件贮藏 36 d,每隔 6 d 取样测定指标,每个指标重复 3 次。

1.3 指标测定

1.3.1 呼吸强度 采用静置法^[17]。

1.3.2 失重率 按式(1)计算失重率。

$$L = \frac{m_1 - m_2}{m_1} \times 100\%, \quad (1)$$

式中:

L ——失重率,%;

m_1 ——贮前果实重量,g;

m_2 ——贮后果实重量,g。

1.3.3 乙烯释放速率 参照王丽敏等^[18]方法,按式(2)计算乙烯释放速率。

$$S = \frac{G \times V_1}{m \times t \times 10^{-3}}, \quad (2)$$

式中:

S ——乙烯释放速率, $\mu\text{L}/(\text{kg} \cdot \text{h})$;

G ——乙烯浓度, $\mu\text{L/L}$;

V_1 ——容器气相体积,L;

m ——样品质量,g;

t ——释放时间,h。

1.3.4 可溶性固形物(TSS)含量 采用手持式糖度计法^[19]。

1.3.5 总糖含量 采用斐林试剂滴定法^[20]。

1.3.6 维生素 C(V_C)含量 采用 2,6-二氯酚酚法^[21]。

1.3.7 可滴定酸(TA)含量 采用酸碱中和法^[22],以苹果酸表示。

1.3.8 腐烂率 按式(3)计算腐烂率。

$$C = \frac{N_1}{N_2} \times 100\%, \quad (3)$$

式中:

C ——腐烂率,%;

N_1 ——测定时发生腐烂果实数;

N_2 ——贮前果实总数。

1.3.9 数据处理 采用 Excel 和 SPSS 软件对数据进行统计、差异分析并制图。

2 结果与分析

2.1 MeJA 熏蒸处理对呼吸强度的影响

由图 1 可知,贮藏 0~6 d,MeJA 处理组和对照组呼吸强度均快速下降;贮藏 6 d 后,MeJA 处理组呼吸强度随贮藏时间的延长而缓慢下降,而对照组在贮藏第 6~12 天出现上升,随后逐渐降低。贮藏期间,MeJA 处理组呼吸强度均极显著低于对照组($P<0.01$),说明 MeJA 处理能显著抑制枇杷果实的呼吸强度,减缓其新陈代谢速率,延缓果实衰老。这可能是由于 MeJA 诱导呼吸作用相关酶产生抗逆作用,从而抑制呼吸作用,使其维持较低水平生命代谢活动^[23]。此外,20 $\mu\text{mol/L}$ MeJA 处理组枇杷果实的呼吸强度最低,其次依次为 10,50 $\mu\text{mol/L}$ MeJA 处理组,且 20 $\mu\text{mol/L}$ MeJA 处理组显著低于 50 $\mu\text{mol/L}$ MeJA 处理组($P<0.05$),但其与 10 $\mu\text{mol/L}$ MeJA 处理组差异不显著($P>0.05$),说明在适当的浓度

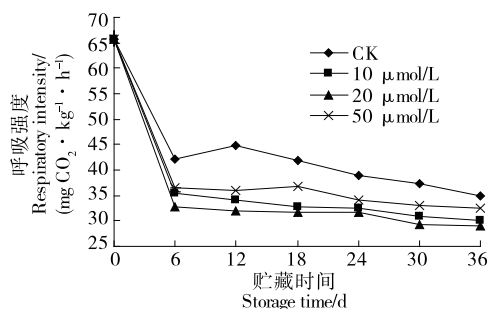


图 1 枇杷果实贮藏期间呼吸强度的变化

Figure 1 Changes of respiratory intensity of loquat fruit during cold storage

范围内,随着浓度的增加,MeJA 抑制枇杷呼吸作用的能力增强。综上,20 μmol/L MeJA 处理组抑制枇杷果实呼吸强度的效果较佳。

2.2 MeJA 熏蒸处理对失重率的影响

由图 2 可知,贮藏期间,MeJA 处理组和对照组枇杷果实失重率随贮藏时间的延长而上升。贮藏 0~18 d, MeJA 处理组失重率呈缓慢上升趋势,贮藏 18 d 后快速上升,其中 20,50 μmol/L MeJA 处理组的失重率显著低于对照组($P<0.05$)。这可能是由于 MeJA 参与调控细胞膜和细胞壁物质代谢,有效维持了细胞组织的完整性,抑制了果实组织失水^[1]。贮藏第 36 天,20,50 μmol/L MeJA 处理组的失重率分别为 10.29%,11.91%,而对照组的为 23.77%,果实失水皱缩现象明显差异化。说明 20,50 μmol/L MeJA 处理可明显降低枇杷果实贮藏后期失重率的上升速度,进而达到抑制失水失重、皱缩的效果。

2.3 MeJA 熏蒸处理对乙烯释放速率的影响

由图 3 可知,贮藏期间,MeJA 处理组和对照组枇杷果实乙烯释放速率呈先降后升再降趋势。贮藏 0~18 d, MeJA 处理组的乙烯释放速率均显著低于对照组($P<0.05$),贮藏第 18 天,对照组先出现乙烯释放速率的峰值 [0.195 μL/(kg·h)],而 10,20,50 μmol/L MeJA 处理组出现峰值的时间均晚于对照组,分别为第 30,30,24 天,

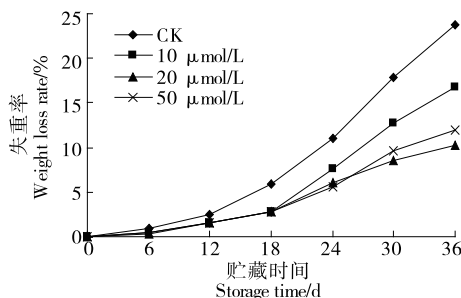


图 2 枇杷果实贮藏期间失重率的变化

Figure 2 Changes of weight loss rate of loquat fruit during cold storage

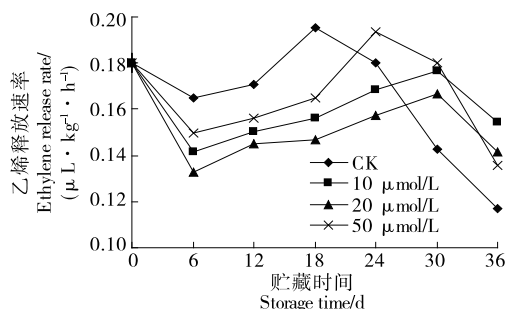


图 3 枇杷果实贮藏期间乙烯释放速率的变化

Figure 3 Changes of ethylene release rate of loquat fruit during cold storage

峰值分别为 0.177,0.167,0.194 μL/(kg·h),且峰值均小于对照组,其中以 10,20 μmol/L MeJA 处理组延缓出现峰值和降低乙烯释放速率的峰值效果较为明显,说明 MeJA 处理能显著抑制贮藏前半期枇杷果实的乙烯释放速率,并能延缓后半期乙烯释放速率峰值的出现,其主要是 MeJA 对植物激素乙烯有调控作用,可诱导减轻乙烯释放速率加剧^[24-25],进一步延缓成熟和生理衰老进程。

2.4 MeJA 熏蒸处理对 TSS 含量的影响

由图 4 可知,对照组和 MeJA 处理组枇杷果实的 TSS 含量均呈先升后降趋势,其中对照组在贮藏第 12 天最先达到峰值,而 10,20,50 μmol/L MeJA 处理组出现峰值的时间分别为贮藏第 18,24,18 天,均晚于对照组;贮藏第 24~36 天,MeJA 处理组枇杷果实的 TSS 含量均显著低于对照组($P<0.05$),说明经 MeJA 熏蒸处理可延缓枇杷果实贮藏前期 TSS 含量峰值的出现,并有效保持果实贮藏后期 TSS 含量。TSS 含量出现先升后降,可能是枇杷果实在贮藏过程中进一步成熟,导致 TSS 含量上升,随后在衰老生理代谢过程中逐渐减少,而 MeJA 处理能促进营养成分的有效积累,提高果蔬采后营养价值^[24]。贮藏第 24~36 天,20 μmol/L MeJA 处理组的 TSS 含量极显著高于 10,50 μmol/L MeJA 处理组($P<0.01$),说明 20 μmol/L MeJA 处理组对保持枇杷果实贮藏后期 TSS 含量的效果最好。

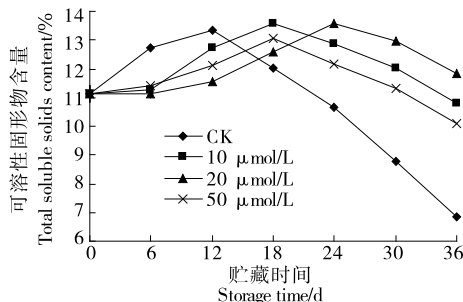


图 4 枇杷果实贮藏期间可溶性固形物含量的变化

Figure 4 Changes of TSS content of loquat fruit during cold storage

2.5 MeJA 熏蒸处理对总糖含量的影响

由图 5 可知,贮藏期间,MeJA 处理组和对照组枇杷果实总糖含量逐渐下降。贮藏 0~6 d,对照组的总糖含量高于 MeJA 处理组,并于 6~12 d 出现较快速下降;贮藏 12 d 后,10,20 $\mu\text{mol/L}$ MeJA 处理组的总体含量显著高于对照组 ($P<0.05$),说明 MeJA 处理可显著维持枇杷果实贮藏中、后期的总糖含量。这可能与 MeJA 降低呼吸速率,提高可溶性糖相关合成酶的活性,降低酸性转化酶的活性有关。贮藏第 12~36 天,20 $\mu\text{mol/L}$ MeJA 处理组维持总糖含量的效果显著优于 10 $\mu\text{mol/L}$ 处理组 ($P<0.05$),而 50,10 $\mu\text{mol/L}$ MeJA 处理组间的差异不显著 ($P>0.05$),主要是 MeJA 外源使用具有明显的浓度效应^[2],浓度过高,维持总糖含量效果反而不明显。综上,20 $\mu\text{mol/L}$ MeJA 处理组对保持枇杷果实总糖含量的效果较好。

2.6 MeJA 熏蒸处理对维生素 C 含量的影响

由图 6 可知,对照组和 MeJA 处理组枇杷的维生素 C 含量均随贮藏时间的延长而降低,其中 10,20 $\mu\text{mol/L}$ MeJA 处理组的维生素 C 含量显著高于对照组 ($P<0.05$),说明采用适宜浓度的 MeJA 熏蒸处理延缓了维生素 C 含量的下降,主要是外源 MeJA 参与调控维生素 C 代谢,诱导相关抗氧化酶的活性,延缓维生素 C 含量下降,使其维持较高的抗氧化活性^[1],但其诱导抗氧化机理

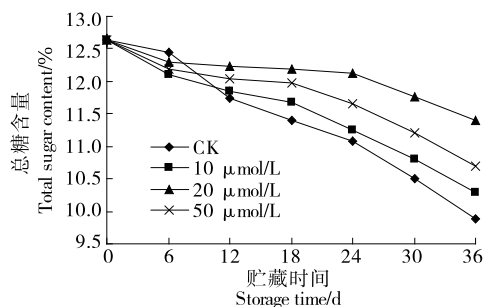


图 5 枇杷果实贮藏期间总糖含量的变化

Figure 5 Changes of total sugar content of loquat fruit during cold storage

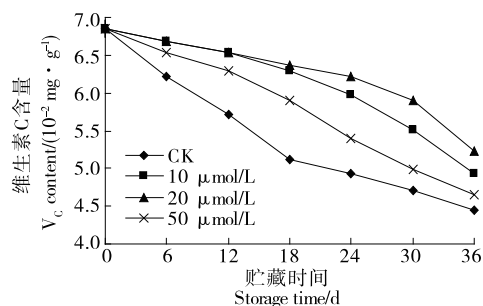


图 6 枇杷果实贮藏期间维生素 C 含量的变化

Figure 6 Changes of V_C content of loquat fruit during cold storage

有待进一步研究。贮藏第 12~36 天,20 $\mu\text{mol/L}$ MeJA 处理组的维生素 C 含量高于其他两个处理组,表明 20 $\mu\text{mol/L}$ MeJA 处理组对保护枇杷果实维生素 C 含量的效果较好,有效维持了果实的新鲜度。

2.7 MeJA 熏蒸处理对可滴定酸含量的影响

由图 7 可知,贮藏期间,MeJA 处理组和对照组枇杷果实 TA 含量均呈下降趋势,且对照组低于 MeJA 处理组,可能与 MeJA 抑制枇杷果实贮藏期间的呼吸速率,导致中间代谢物(酸)较慢分解有关^[7]。贮藏 18 d 后,10,20 $\mu\text{mol/L}$ MeJA 处理组枇杷果实的 TA 含量均显著高于对照组 ($P<0.05$),说明 MeJA 处理对枇杷 TA 含量的影响与其浓度有关。

2.8 MeJA 熏蒸处理对腐烂率的影响

由图 8 可知,贮藏 0~6 d,各组枇杷均未发生腐烂;随着冷藏时间的延长,枇杷腐烂率均呈上升趋势,且以对照组的上升最为明显;贮藏 6 d 后,MeJA 处理组枇杷腐烂率均显著低于对照组 ($P<0.05$)。这可能是由于外源 MeJA 诱导采后果蔬抗病性、抗冷性、抗氧化活动,延缓枇杷采后生理衰老导致的腐败劣变进程^[1]。20 $\mu\text{mol/L}$ MeJA 处理组的腐烂率显著低于其他两个处理组 ($P<0.05$);贮藏第 36 天,对照组腐烂率为 43.10%,10,20,50 $\mu\text{mol/L}$ MeJA 处理组的腐烂率分别为 23.79%,18.62%,29.31%,其中 20 $\mu\text{mol/L}$ MeJA 处理组枇杷果实

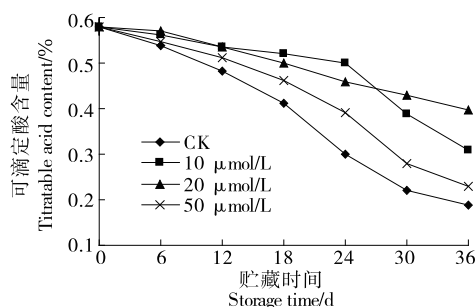


图 7 枇杷果实贮藏期间可滴定酸含量的变化

Figure 7 Changes of TA content of loquat fruit during cold storage

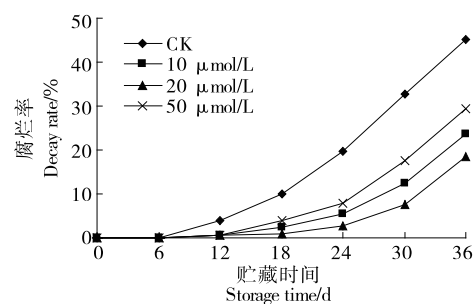


图 8 枇杷果实贮藏期间腐烂率的变化

Figure 8 Changes of the decay rate of loquat fruit during cold storage

的腐烂率最低。

3 结论

通过研究 10, 20, 50 $\mu\text{mol/L}$ 外源茉莉酸甲酯熏蒸处理枇杷果实, 在 $(4 \pm 1)^\circ\text{C}$ 贮藏条件下的呼吸强度、失重率、乙烯释放速率、腐烂率等生理生化指标和可溶性固形物、总糖、维生素 C、可滴定酸含量等营养物质的变化, 评价不同浓度茉莉酸甲酯熏蒸处理对解放钟枇杷采后品质的影响。结果表明, 采用浓度为 20 $\mu\text{mol/L}$ 茉莉酸甲酯熏蒸处理可明显抑制枇杷果实呼吸强度, 降低失重率、腐烂率、贮藏前期乙烯释放速率, 有效维持总糖、维生素 C、可滴定酸、贮藏后期较高可溶性固形物含量。后续可对外源茉莉酸甲酯处理对枇杷果实采后冷害褐变、木质化的影响及其抗氧化、膜脂代谢、细胞壁代谢等机理进行进一步探讨。

参考文献

- [1] 赵曼如, 胡文忠, 于皎雪, 等. 茉莉酸甲酯对果蔬抗性、抗氧化活性及品质影响的研究进展[J]. 食品工业科技, 2020, 41(4): 328-332.
- [2] 周靖翔, 闵德栋, 李娇卓, 等. 茉莉酸甲酯在果蔬采后冷害控制中的应用研究进展[J]. 植物生理学报, 2019, 55(10): 1 419-1 426.
- [3] REYES-DIAZ M, LOBOS T, CARDEMIL L, et al. Methyljasmonate: An alternative for improving the quality and health properties of fresh fruits[J]. Molecules, 2016, 21(6): 567-584.
- [4] 崔席席, 李富军, 张新华, 等. 茉莉酸甲酯调控果蔬采后品质的机制及应用研究进展[J]. 食品科学, 2019, 40(13): 304-311.
- [5] 陈晓慧, 曾丽兰, 徐小萍, 等. 龙眼 *Mn-SOD* 基因的表达及其启动子功能分析[J]. 热带作物学报, 2018, 39(5): 913-919.
- [6] REHMAN M, SINGH Z, KHURSHID T. Methyl jasmonate alleviates chilling injury and regulates fruit quality in 'Midnight' valencia orange[J]. Postharvest Biol Tec, 2018, 141: 58-62.
- [7] 盘柳依, 赵显阳, 陈明, 等. 外源茉莉酸甲酯处理对采后猕猴桃果实品质和抗氧化酶活性的影响[J]. 食品与发酵工业, 2019, 45(9): 190-195.
- [8] 姜爱丽, 周福慧, 胡文忠, 等. 采后茉莉酸甲酯处理对蓝莓果实抗病性的影响[J]. 包装工程, 2018, 39(17): 75-83.
- [9] 朱璇, 王英, 李学文, 等. 茉莉酸甲酯处理对杏果实冷害及贮藏品质的影响[J]. 食品科技, 2014, 39(7): 56-60.
- [10] 陈美金. 闽中库区山地“解放钟”枇杷丰产栽培技术[J]. 东南园艺, 2014(2): 56-58.
- [11] 林建城, 林河通, 黄志明, 等. 福建省 5 个主栽品种枇杷果实品质比较及其与果实耐贮藏的关系[J]. 食品科学, 2008, 29(6): 433-437.
- [12] 曾丽萍, 孟金明, 樊爱萍, 等. 外源 NO 联合壳聚糖/纳米 TiO_2 涂膜复合处理对枇杷保鲜效果的影响[J]. 包装工程, 2020, 41(3): 36-41.
- [13] 崔席席, 李富军, 张新华, 等. 茉莉酸甲酯调控果蔬采后品质的机制及应用研究进展[J]. 食品科学, 2019, 40(13): 304-311.
- [14] 徐俐, 白超. 不同温度对枇杷贮藏效果和酶活性的影响[J]. 食品研究与开发, 2010, 31(5): 159-163.
- [15] 段杨峰, 孔繁渊, 赵静, 等. 热空气和茉莉酸甲酯复合处理保鲜枇杷的工艺优化[J]. 农业工程学报, 2011, 27(6): 370-374.
- [16] 金鹏, 吕慕雯, 孙萃萃, 等. MeJA 与低温预贮对枇杷冷害和活性氧代谢的影响[J]. 园艺学报, 2012, 39(2): 461-468.
- [17] 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: 22-155.
- [18] 王丽敏, 洪凯, 李倩倩, 等. 不同包装对冷藏和货架期黑布朗李果实品质及乙烯释放速率的影响[J]. 食品工业科技, 2017, 38(14): 272-279.
- [19] DING Z S, TIAN S P, WANG Y S, et al. Physiological response of loquat fruit to different storage conditions and its storability[J]. Postharvest Biology and Technology, 2006, 41(2): 143-150.
- [20] 薛应龙. 植物生理学实验手册[M]. 上海: 上海科学技术出版社, 1990: 129-131.
- [21] EL BULK R E, BABIKER E F E, EL TINAY A H. Changes in chemical composition of guava fruits during development and ripening[J]. Food Chemistry, 1997, 59(3): 395-399.
- [22] 吴锦程, 梁杰, 陈建琴, 等. 采收成熟度与冷藏枇杷果实木质化关系研究[J]. 食品科学, 2010, 31(2): 255-259.
- [23] GLOWACZ M, ROETS N, SIVAKUMAR D. Control of anthracnose disease via increased activity of defence related enzymes in 'Hass' avocado fruit treated with methyl jasmonate and methyl salicylate[J]. Food Chem, 2017, 234: 163-167.
- [24] 张帆, 纪淑娟, 魏宝东, 等. 植物激素影响蓝莓果实采后衰老进程研究进展[J]. 包装工程, 2020, 41(5): 15-22.
- [25] AGHDAM M S, BODBOASK S. Physiological and biochemical mechanisms regulating chilling tolerance in fruits and vegetables under postharvest salicylates and jasmonates treatments[J]. Scientia Horticulturae, 2013, 156: 73-85.