

不同保鲜纸对枇杷货架期品质及生理特性的影响

曹森^{1,2}, 马超^{1,2}, 巴良杰^{1,2}, 吉宁^{1,2}, 王瑞^{1,2,*}, 江盼^{1,2}, 谭国霞^{1,2}

(1. 贵阳学院, 贵州贵阳 550005;

2. 贵州省果品加工工程技术研究中心, 贵州贵阳 550005)

摘要:为探究不同保鲜纸对采后枇杷货架期品质及生理特性的影响。以“大五星”枇杷为试验材料,用不同处理的保鲜纸(500 mg·L⁻¹ 纳他霉素、500 mg·L⁻¹ ε-聚赖氨酸、500 mg·L⁻¹ 二氧化氯)放入装有枇杷的保鲜箱内,在(20±0.5)℃货架条件下贮藏,研究其枇杷在货架期品质及生理特性的变化。结果表明:与对照组(CK)比较,不同保鲜纸均能够延缓枇杷果实的腐烂率及失重率上升,抑制枇杷鲜果的V_C含量、可滴定酸含量和可溶性固形物含量的下降,降低枇杷鲜果呼吸强度及乙烯生成速率,较好地抑制过多酚氧化酶(PPO)活性和氧化物酶(POD)活性。其中,在货架期12 d时,CK组、纳他霉素、ε-聚赖氨酸、二氧化氯的枇杷腐烂率分别为27.45%、22.56%、18.76%、14.62%。采后用二氧化氯型保鲜纸处理枇杷的保鲜效果最好,能够推迟枇杷的衰老进程,保持枇杷良好的货架期品质。

关键词:枇杷,保鲜纸,货架期,品质,生理特性

Effect of Different Preservative Paper on the Quality and Physiological Characteristics of Loquat Fruits during Shelf Life

CAO Sen^{1,2}, MA Chao^{1,2}, BA Liangjie^{1,2}, JI Ning^{1,2}, WANG Rui^{1,2,*}, JIANG Pan^{1,2}, TAN Guoxia^{1,2}

(1. Guiyang University, Guiyang 550005, China;

2. Guizhou Engineering Research Center for Fruit Processing, Guiyang 550005, China)

Abstract: The work aimed to investigate the effect of different preservative paper on the quality and physiological characteristics of loquat fruits during shelf life. “Dawuxing” loquat fruits were used different preservative paper (500 mg·L⁻¹ Natamycin, 500 mg·L⁻¹ ε-Polylysine, 500 mg·L⁻¹ chlorine dioxide) after harvest. The four groups of fruits were stored at normal atmospheric temperature (20±0.5) °C and the physiological indexes of the four groups were determined. The results showed that: Compared with the control (CK), the different preservative paper could inhibition the increase of loquat fruits decay rate and weight loss rate, delay the decrease of V_C content, titratable acid content and soluble solids content, reduce the respiration rate and ethylene production rate of loquat fruit. The PPO activity and POD activity were effectively maintained. The decay rates of loquat fruits in groups CK, Natamycin, ε-Polylysine and chlorine dioxide were 27.45%, 22.56%, 18.76% and 14.62%, respectively after storage for 12 days. The effect of chlorine dioxide preservative paper was better than that with natamycin and ε-Polylysine. The best preservation method is chlorine dioxide preservative paper, which can be used for loquat fruits preservation.

Key words: loquat fruits; preservative paper; shelf life; quality; physiological characteristics

中图分类号: TS255.3

文献标识码: A

文章编号: 1002-0306(2021)03-0272-05

doi: 10.13386/j.issn1002-0306.2020040216

引文格式: 曹森, 马超, 巴良杰, 等. 不同保鲜纸对枇杷货架期品质及生理特性的影响[J]. 食品工业科技, 2021, 42(3): 272-276.

CAO Sen, MA Chao, BA Liangjie, et al. Effect of Different Preservative Paper on the Quality and Physiological Characteristics of Loquat Fruits during Shelf Life [J]. Science and Technology of Food Industry, 2021, 42(3): 272-276. (in Chinese with English abstract) <http://www.spgykj.com>

枇杷(*Eriobotrya japonica* Lindl.)属于蔷薇科枇杷属植物,因其果形似琵琶而得名,是中国南方特有的

收稿日期: 2020-04-20

作者简介: 曹森(1988-),男,硕士研究生,副教授,主要从事农产品贮藏与加工方面的研究, E-mail: cs5638myself@126.com。

* 通信作者: 王瑞(1979-),男,博士,教授,主要从事农产品贮藏与加工方面的研究, E-mail: wangrui060729@126.com。

基金项目: 贵州省科技计划项目(黔科合平台人才[2019]5644);贵阳市财政支持贵阳学院学科建设与研究生教育项目(SY-2020)。

珍稀水果^[1]。其果肉酸甜可口,具有丰富的营养,还有止咳润肺、健胃清热等保健功效^[2-3]。但由于枇杷往往采收于初夏,高温高湿,果实代谢旺盛,并且枇杷皮薄多汁,从而导致采后枇杷衰老进程较快,易长霉、褐变甚至腐烂等现象^[4-5]。果实货架期短,保鲜效果差,限制了枇杷产业健康快速的发展。

近年来,高效、绿色的杀菌剂越来越受人们的重视。纳他霉素(natamycin, Nata)属于一种广谱、安全、高效的新型生物防腐剂,能够有效抑制酵母菌和霉菌的生长^[6-7]。He等^[6]研究了纳他霉素对番茄灰霉病有很强的抑制作用。 ϵ -聚赖氨酸(ϵ -polylysine, ϵ -PL)是一种安全高效的白色链球菌的代谢产物,对革兰氏阳性菌和阴性菌有较好的抑制效果^[8-9]。Jia等^[8]报道了 ϵ -聚赖氨酸可以改变太平洋白虾的微生物组成,延缓了其品质的恶化。二氧化氯(Chlorine dioxide, ClO₂)为无毒、无害的高效杀菌剂,对细菌、真菌均具有良好的抑制作用^[10]。徐呈祥等^[11]二氧化氯处理对贡柑采后贮藏品质的影响表明,不同浓度ClO₂溶液果处理均可不同程度地维持较好的贮藏品质。目前,果蔬采后贮藏使用杀菌保鲜剂的方式主要以浸渍为主,但大规模处理果实会导致浸渍不均一,并且浸渍后的果实表面水分大,不利于贮藏,且关于利用保鲜纸对果蔬保鲜的相关报道也较少。本试验选3种保鲜剂(纳他霉素、 ϵ -聚赖氨酸和二氧化氯)制成保鲜纸来研究其对枇杷果实的保鲜效果,以期延长枇杷货架期,保持枇杷货架期品质,提供更为简单、安全、高效的保鲜技术,同时也为枇杷保鲜技术提供新的思路。

1 材料与方法

1.1 材料与仪器

枇杷(大五星) 采摘自贵州省开阳县实验基地;二氧化氯(有效成分含量10%) 西安鲜诺生物科技有限公司; ϵ -聚赖氨酸(有效成分含量 $\geq 98\%$)和纳他霉素(有效成分含量50%) 浙江新银象生物工程公司。

YC-2层析实验冷柜 北京博医康实验仪器有限公司; Check Piont II 便携式残氧仪 丹麦 Dansensor 公司; TGL-16A 台式高速冷冻离心机 长沙平凡仪器仪表有限公司; PAL-1 型迷你数显折射计 日本 ATAGO 公司; UV-2550 紫外分光光度计、GC-14 气相色谱仪 日本 Shimadzu 公司。

1.2 实验方法

1.2.1 样品处理 2019年5月24日上午于贵州省开阳县实验基地选择八到九成熟的枇杷立刻运至实验室,挑选无机械损伤、无病虫害、颜色一致的枇杷分装于衬有PE 20 μ m 保鲜膜的周转筐内,分装后的枇杷果实分4组摆放在温度为(20 \pm 0.5) $^{\circ}$ C的层析冷柜中,每组处理30 kg 预冷12 h后,向3组果筐放入3种不同的保鲜纸(二氧化氯、 ϵ -聚赖氨酸及纳他霉素,其中 ϵ -聚赖氨酸及纳他霉素保鲜纸用蒸馏水分别配至500 mg/L的溶液,然后将保鲜纸置于溶液中浸泡5 min,自然晾干待用),另一组放入不经过处理的保鲜纸作为对照组(CK),然后立即扎袋在(20 \pm 0.5) $^{\circ}$ C进行枇杷货架期贮藏。贮藏期间,每隔

3 d 对不同组的枇杷鲜果进行指标分析检测,共测定12 d。

1.2.2 指标测定

1.2.2.1 腐烂率 腐烂率采用计数法测定,每次实验对所有果实进行测定,测定公式如下:

$$\text{腐烂率}(\%) = \frac{\text{腐烂果数}}{\text{总果数}} \times 100$$

1.2.2.2 失重率 失重率采用称重法来测定,每次实验对所有果实进行测定,测定公式如下:

$$\text{失重率}(\%) = \frac{M_1 - M_2}{M_1} \times 100$$

式中, M_1 为果实的初始质量, M_2 为果实贮藏期间的质量。

1.2.2.3 丙二醛(MDA)含量 丙二醛含量采用硫代巴比妥酸比色法进行测定^[12]。

1.2.2.4 V_c 含量 V_c 含量采用2,6-二氯酚靛酚滴定法进行测定^[13]。

1.2.2.5 可滴定酸含量 可滴定酸含量根据 GB/T 12456 报道的方法来测定。

1.2.2.6 可溶性固形物含量 可溶性固形物含量采用迷你数显折射仪来测定。

1.2.2.7 呼吸强度和乙烯生成速率 呼吸强度采用静置法进行测定^[14],称取质量为(300 \pm 5) g 枇杷果实置于室温下(20 \pm 0.5) $^{\circ}$ C的密闭容器中3 h,然后测定二氧化碳的浓度。乙烯生成速率采用气相色谱仪程序升温法的来测定^[15]。

1.2.2.8 多酚氧化酶(PPO)和过氧化物酶(POD)的测定 果实中多酚氧化酶及过氧化物酶均采用曹建康等^[16]报道的方法。其中多酚氧化酶采用邻苯二酚比色法;过氧化物酶采用比色法来测定。

1.3 数据处理

采用 OriginPro 2017 软件进行数理统计分析,采用 SPSS 19.0 软件的 Duncan 氏新复极差法进行数据差异显著性分析($P < 0.05$ 为差异显著, $P > 0.05$ 为差异不显著)。

2 结果与分析

2.1 枇杷货架期腐烂率和失重率的变化

腐烂率能够直观反映果实货架期间品质变化的情况,失重率可以反映果实的衰老状况。图1(A)说明,在货架期前3 d内,CK组的枇杷腐烂率开始上升,而处理组变化缓慢。在货架期前6 d内,处理组的枇杷腐烂率没有显著差异($P > 0.05$)。在货架期9 d时,不同组的枇杷腐烂率大小顺序为:CK组 $>$ ϵ -聚赖氨酸组 $>$ 纳他霉素组 $>$ 二氧化氯组。在货架期12 d时,CK组、 ϵ -聚赖氨酸组、纳他霉素组和二氧化氯组的枇杷腐烂率分别为27.45%、22.56%、18.76%、14.62%,由此看出,二氧化氯组降低枇杷腐烂率的效果相对最好。

图1(B)说明,枇杷失重率在整个货架期呈现上升的趋势,并且CK组失重率一直高于处理组。在货架期12 d时,CK组、 ϵ -聚赖氨酸组、纳他霉素组和二氧化氯组的枇杷失重率分别为6.93%、6.25%、4.87%、4.21%,其中CK组和 ϵ -聚赖氨酸组的失重

率超过了5%,说明已经失去了商品价值^[17],而二氧化氯组的失重率相对最低,保鲜效果相对最好。张彪等^[18]研究表明气体二氧化氯明显降低了番茄樱桃的腐烂率和失重率。而本文二氧化氯保鲜纸也能够较好地抑制枇杷的腐烂率和失重率的上升。

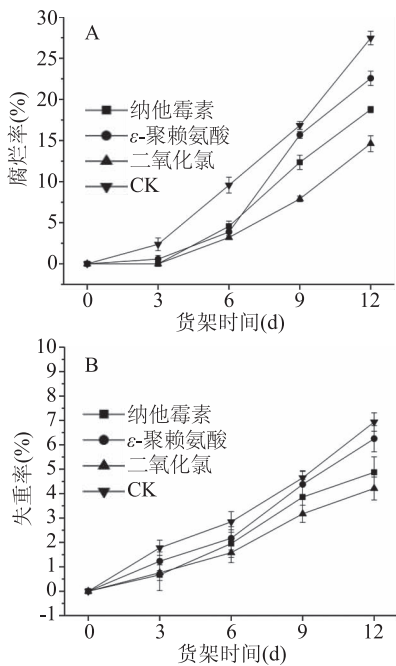


图1 不同保鲜纸处理组的枇杷腐烂率和失重率变化

Fig.1 Changes of different preservative paper on decay rate and weight loss rate of loquat fruits

2.2 枇杷货架期丙二醛含量的变化

丙二醛(MDA)含量变化能够反映枇杷果实衰老程度,它是枇杷果实膜脂过氧化作用的重要产物。图2表明,在整个货架期间,枇杷果实的丙二醛含量呈现上升的趋势,这与尚艳双等^[19]研究枇杷保鲜期间MDA含量变化一致。从货架期3d开始至货架期12d,CK组的果实MDA含量一致高于其他处理组。在货架期9d时,枇杷MDA含量大小顺序为:CK组>ε-聚赖氨酸组>纳他霉素组>二氧化氯组。在货架期12d时,ε-聚赖氨酸组、纳他霉素组、二氧化氯组的MDA含量分别比CK组低6.22%、14.52%、21.99%,并且纳他霉素组及二氧化氯组与CK均有显著差异($P < 0.05$),但ε-聚赖氨酸组与CK组无显著差异($P > 0.05$)。说明纳他霉素组及二氧化氯组均能够较好地降低枇杷果实的MDA含量,其中二氧化氯组作用效果更好,这与枇杷货架期腐烂率研究结果一致。

2.3 枇杷货架期V_c含量的变化

维生素C(V_c)含量变化反映枇杷果实贮藏期间营养成分的代谢状况。图3表明,不同处理的枇杷果实在整个货架期均呈现不同程度的下降趋势。从货架期开始,CK组的枇杷V_c含量开始快速下降,而处理组的缓慢下降。并且从货架期3d开始至货架期12d内,CK组的枇杷V_c含量一直低于其他处理组。在货架期9d时,CK组、ε-聚赖氨酸组、纳他霉素组和二氧化氯组的枇杷V_c含量分别为3.87、4.47、4.92、5.34 mg·100 g⁻¹。在货架期12d时,纳他霉素

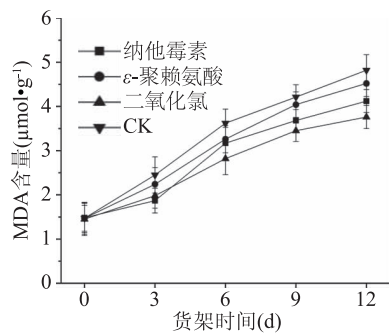


图2 不同保鲜纸处理组的枇杷丙二醛含量变化

Fig.2 Changes of different preservative paper on MDA content of loquat fruits

组及二氧化氯组与CK均有显著差异($P < 0.05$),但两组间无显著差异($P > 0.05$)。因此,纳他霉素组及二氧化氯组均能较好地抑制枇杷果实V_c含量的下降。徐冬颖等^[20]研究纳他霉素处理鲜切双孢菇也说明能够维持其V_c含量。张彪等^[18]也说明二氧化氯可以维持樱桃番茄的V_c含量。

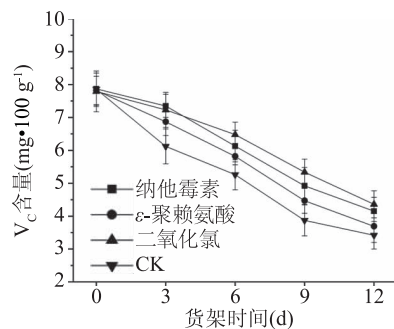


图3 不同保鲜纸处理的枇杷V_c含量变化

Fig.3 Changes of different preservative paper on V_c content of loquat fruits

2.4 枇杷货架期可滴定酸含量和可溶性固形物含量的变化

可滴定酸含量及可溶性固形物含量的变化影响货架期间枇杷的口感。图4表明,不同组枇杷果实的可滴定酸含量及可溶性固形物含量均呈现不同程度的下降趋势。

图4(A)表明,在货架期前3d,不同组的枇杷果实可滴定酸含量无显著差异($P > 0.05$)。从货架期3d开始,CK组的枇杷可滴定酸含量开始快速下降,而其他组可滴定酸含量下降的缓慢。从货架期6d开始至货架期12d,CK组枇杷可滴定酸含量一直低于其他处理组。在货架期12d,CK组、ε-聚赖氨酸组、纳他霉素组和二氧化氯组的枇杷可滴定酸含量分别为0.35%、0.39%、0.42%、0.47%。

图4(B)表明,从货架期开始至货架期9d,不同组的枇杷可溶性固形物含量无显著差异($P > 0.05$)。在货架期9d时,枇杷可溶性固形物含量大小顺序为:二氧化氯组>纳他霉素组>ε-聚赖氨酸组>CK组。在货架期12d时,二氧化氯组的枇杷果实可溶性固形物含量显著高于其他处理组($P < 0.05$)。

综上所述,不同的保鲜纸处理均能够延缓果实

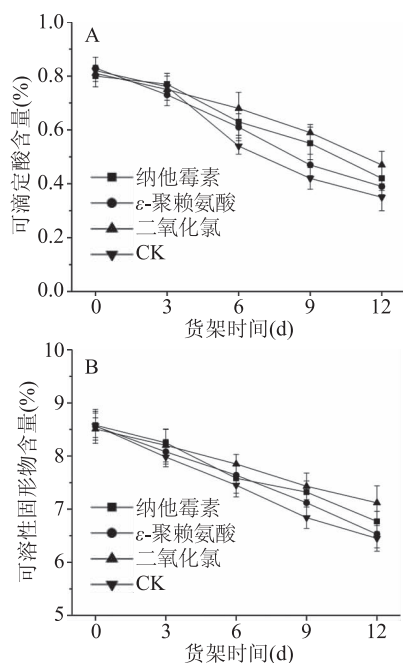


图4 不同保鲜纸处理组的枇杷可滴定酸含量(A)和可溶性固形物含量(B)变化

Fig.4 Changes of different preservative paper on titratable acid content(A) and total soluble solids content(B) of loquat fruits

的可滴定酸含量和可溶性固形物含量,其中二氧化氯组作用效果更好。

2.5 枇杷货架期呼吸强度和乙烯生成速率的变化

呼吸强度能够反应果实的衰老状况,乙烯又是调控果实衰老的重要因子^[21]。图5显示,枇杷果实的呼吸强度和乙烯生成速率均随货架期的贮藏时间呈现下降的趋势。

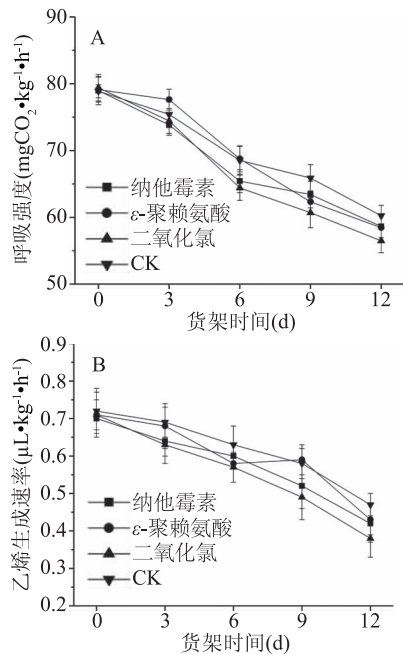


图5 不同保鲜纸处理组的枇杷呼吸强度(A)和乙烯生成速率(B)变化

Fig.5 Changes of different preservative paper on respiratory intensity(A) and ethylene production rate(B) of loquat fruits

图5(A)表明,从货架期开始至货架期6 d时,纳他霉素组和二氧化氯组的呼吸强度均低于其他处理组。在货架期9 d时,枇杷呼吸强度大小关系为CK组>纳他霉素组>ε-聚赖氨酸组>二氧化氯组。在货架期12 d时,不同组间的枇杷呼吸强度均无显著差异($P > 0.05$),只是二氧化氯组的呼吸强度处于最低。

图5(B)在货架期12 d时,CK组、ε-聚赖氨酸组、纳他霉素组和二氧化氯组的枇杷乙烯生成速率分别为0.47、0.43、0.42、0.38 $\mu\text{L}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{h}^{-1}$,并且不同组间的枇杷乙烯生成速率均无显著差异($P > 0.05$),只有二氧化氯组的枇杷乙烯生成速率从货架期3 d开始至货架期12 d,一直低于其他处理组。

综上看出,二氧化氯组能够较好地降低枇杷果实的呼吸强度和乙烯生成速率。这与张晓军等^[22]研究二氧化氯能够降低哈密瓜的呼吸强度和乙烯生成速率作用效果一致。

2.6 枇杷货架期PPO活性和POD活性的变化

多酚氧化酶(PPO)能催化多酚类氧化成醌类化合物,从而导致果蔬发生褐变^[23],而过氧化物酶(POD)活性是果实衰老的重要指标^[24]。图6表明,枇杷果实PPO及POD活性在整个货架期均呈现上升的趋势。

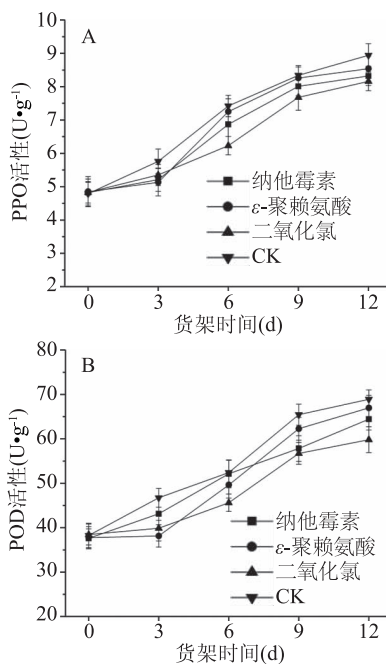


图6 不同保鲜纸处理组的枇杷PPO活性(A)和POD活性(B)变化

Fig.6 Changes of different preservative paper on PPO activity(A) and POD activity(B) of loquat fruits

图6(A)显示,在整个货架期间,CK组的枇杷果实PPO活性均高于其他处理组,在货架期12 d,ε-聚赖氨酸组、纳他霉素组、二氧化氯组的PPO活性分别比CK组低4.47%、6.93%、8.72%。从货架期6 d开始至货架期12 d,二氧化氯组的枇杷果实PPO活性均低于其他处理组。

图6(B)显示,在货架期9 d时,枇杷POD大小

关系为 CK 组 > ϵ -聚赖氨酸组 > 纳他霉素组 > 二氧化氯组。在货架期 12 d 时,二氧化氯组与 CK 有显著差异($P < 0.05$),但 ϵ -聚赖氨酸组及纳他霉素组与 CK 组均无显著差异($P > 0.05$)。

综上所述,二氧化氯组保鲜纸能够更好地抑制枇杷果实的 PPO 活性及 POD 活性上升。

3 结论

通过不同保鲜纸对枇杷果实货架品质的作用效果研究发现,不同保鲜纸均能推迟枇杷果实货架期间的生理代谢,延缓衰老进程,可较好地保持枇杷果实的货架品质。通过比较,采用二氧化氯型保鲜纸对其货架期保鲜效果最好,能够更好地推迟枇杷果实腐烂率及失重率的上升,抑制枇杷果实 V_c 含量、可滴定酸含量及可溶性固形物含量的下降,降低枇杷果实的呼吸强度和乙烯生成速率,并可较好地抑制果实的 PPO 和 POD 活性。其中,在货架期 12 d 时,CK 组、纳他霉素、 ϵ -聚赖氨酸、二氧化氯的枇杷腐烂率分别为 27.45%、22.56%、18.76%、14.62%,失重率分别为 6.93%、6.25%、4.87%、4.21%。因此,二氧化氯型保鲜纸对果蔬保鲜具有巨大潜力,这为枇杷的采后保鲜提供了新思路,值得推广应用。

参考文献

- [1] Shimizu K, Kawana T, Toru Ohtani, et al. Meta-analysis of the damage suppression effect of a double-layer fruit protection bag on fruit bug injuries of loquat fruits and evaluation by explicit solution of odds ratio[J]. Applied Entomology and Zoology, 2019, 54: 247-254.
- [2] Alos E, Martinez-Fuentes A, Reig C, et al. Involvement of ethylene in color changes and carotenoid biosynthesis in loquat fruit (*Eriobotrya japonica* Lindl. cv. Algerie) [J]. Postharvest Biology & Technology, 2019, 149: 129-138.
- [3] 任艳芳,何俊瑜,刘冬,等.一氧化氮对采后大五星枇杷常温贮藏下品质的影响[J].食品工业科技,2016,349(5):324-328.
- [4] Alos E, Martinez-Fuentes A, Reig C, et al. Ethylene biosynthesis and perception during ripening of loquat fruit (*Eriobotrya japonica* Lindl.) [J]. Journal of Plant Physiology, 2017, 210: 64-71.
- [5] Song H, Wang X, Hu W, et al. A cold-induced phytosulfokine peptide is related to the improvement of loquat fruit chilling tolerance[J]. Food Chemistry, 2017, 232: 434-442.
- [6] He C, Zhang Z, Li B, et al. Effect of natamycin on *Botrytis cinerea* and *Penicillium expansum*-postharvest pathogens of grape berries and jujube fruit [J]. Postharvest Biology & Technology, 2019, 151: 134-141.
- [7] 张鹏,秦骅,李江阔,等.1-MCP 结合生物保鲜剂对富士苹果贮藏后货架品质和生理变化的影响[J].食品工业科技,2018, 39(19): 272-277.
- [8] Jia S L, Liu Y M, Zhuang S, et al. Effect of ϵ -polylysine and ice storage on microbiota composition and quality of Pacific white shrimp (*Litopenaeus vannamei*) stored at 0 °C [J]. Food Microbiology, 2019, 83: 27-35.
- [9] 倪清艳,李燕,张海涛. ϵ -聚赖氨酸的抑菌作用及在保鲜中的应用[J].食品科学,2008,29(9):73-76.
- [10] 黄兴强,黄崇杏,王健,等.二氧化氯在食品保鲜中的应用研究进展[J].包装工程,2020,41(9):74-80.
- [11] 徐呈祥,郑福庆,马艳萍,等.二氧化氯处理对贡柑采后贮藏品质的影响[J].食品与发酵工业,2020,46(3):201-206.
- [12] 秦文,姚昕,陈宗道,等.“大五星”枇杷冷藏过程中采后生理特性的研究[J].中国食品学报,2006,6(1):151-156.
- [13] 邓朝军,吴琼,许奇志,等.不同成熟度‘贵妃’枇杷果实色泽与糖酸含量关系[J].热带作物学报,2016,37(9):1747-1751.
- [14] 刘成红.1-MCP 结合真空包装双重处理对柿果贮藏保鲜效果影响的研究[D].天津:天津科技大学,2008.
- [15] 曹森,吉宁,马超,等.1-MCP 结合哈茨木霉菌对樱桃番茄贮藏的保鲜效果[J].食品工业科技,2019,40(1):268-274.
- [16] 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:2013.
- [17] 秦文,李梦琴.农产品贮藏加工学[M].北京:科学出版社,2013:67.
- [18] 张彪,张文涛,李喜宏,等.气体二氧化氯对樱桃番茄贮藏品质的影响[J].食品研究与开发,2017,38(8):183-186.
- [19] 尚艳双,刘玉民,刘亚敏,等.枫香叶精油对枇杷低温贮藏的防腐保鲜效果[J].食品科学,2014,35(2):266-270.
- [20] 徐冬颖,顾思彤,周福慧,等.纳他霉素处理对鲜切双孢菇褐变的抑制机理[J].食品科学,2019,40(17):255-262.
- [21] 曹森,李江阔,张鹏,等.不同保鲜剂对贵长猕猴桃后熟品质的影响[J].包装工程,2019,40(19):50-56.
- [22] 张晓军,刘长悦,董成虎,等.二氧化氯对西周密 25 号哈密瓜采后生理及贮藏品质的影响[J].食品研究与开发,2017, 38(22):207-212.
- [23] Milton Massao Shimizu, Geraldo Aclécio Melo, Adriana Brombini dos Santos, et al. Enzyme characterisation, isolation and cDNA cloning of polyphenol oxidase in the hearts of palm of three commercially important species [J]. Plant Physiology and Biochemistry, 2011, 49(9): 970-977.
- [24] 左进华,陈安均,李小静,等.番茄果实成熟衰老相关因子研究进展[J].中国农业科学,2010,43(13):2724-2734.