

复合保鲜剂对沃柑果实贮藏品质的影响

Effect of compound preservatives on Orah fruits storage quality

罗义灿^{1,2} 李今朝^{1,2} 陆覃昱^{1,2} 康远干^{1,2} 吕丽兰^{1,2}

LUO Yi-can^{1,2} LI Jin-zhao^{1,2} LU Qin-yu^{1,2} KANG Yuan-gan^{1,2} LU Li-lan^{1,2}

(1. 广西壮族自治区亚热带作物研究所农业农村部农产品质量安全风险评估实验室[南宁],

广西南宁 530001; 2. 农业农村部亚热带果品蔬菜质量安全控制重点实验室, 广西南宁 530001)

(1. *Laboratory of Quality Risk Assessment for Agro-products [Nanning], Ministry of Agriculture and Rural Affairs, Nanning, Guangxi 530001, China*; 2. *Key Laboratory of Quality and Safety Control for Subtropical Fruit and Vegetable, Ministry of Agriculture and Rural Affairs, Nanning, Guangxi 530001, China*)

摘要:目的:提高药剂使用效率,减少药剂使用量,达到减施增效目的。方法:以沃柑果实为研究材料,在不同贮藏环境条件用不同浓度保鲜剂处理测定沃柑果实失重率、维生素 C 含量、可溶性固形物含量、可滴定酸含量变化。结果:4 °C 时,贮藏第 5, 28, 42 天,不同处理之间维生素 C 含量差异显著,其他贮藏时间差异不显著。不同处理之间可溶性固形物、可滴定酸含量差异不显著。各处理组(处理 1、处理 2、处理 3)之间,处理 2 条件下,沃柑果实失重率、维生素 C 含量、可溶性固形物含量、可滴定酸含量整体优于处理 1、处理 3; 常温时,贮藏第 3 天,不同处理之间维生素 C 含量差异显著。常温时,贮藏第 14 天,处理 2 与处理 1 的可溶性固形物含量之间差异显著。常温时,贮藏第 7 天,处理 2 的可滴定酸含量显著高于处理 1 和处理 3。常温时,大部分贮藏时间下处理 2 的维生素 C、可溶性固形物、可滴定酸含量高于其他处理组。结论: 4 °C 贮藏条件下各保鲜剂处理对沃柑果实有不同程度保鲜效果, 450 g/L 咪鲜胺 + 500 g/kg 抑酶唑 + 100 g/kg 2, 4-D + 400 g/kg 百可得对沃柑果实的保鲜效果较好。

关键词:沃柑; 贮藏; 咪鲜胺; 抑酶唑; 2, 4-D; 百可得; 品质变化

Abstract: Objective: This study aimed to investigate the effects of different concentrations of preservatives on storage quality of

基金项目:广西壮族自治区农业科学院基本科研业务费项目(编号:桂农科盟 202216-1); 广西壮族自治区农业农村厅项目(编号:20210057); 广西重点研发计划项目(编号:20210054)

作者简介:罗义灿,男,广西壮族自治区亚热带作物研究所研究实习生,硕士。

通信作者:吕丽兰(1985—),女,广西壮族自治区亚热带作物研究所高级实验师,硕士。

E-mail: Lvcanan1985@163.com

收稿日期:2022-01-16 **改回日期:**2022-07-21

orah fruits, so as to reduce the use of preservatives during its planting. **Methods:** The weight loss rate, vitamin C content, soluble solid content and titratable acid content of fruits were determined under different storage conditions, by using different concentrations of preservative. **Results:** At 4 °C and room temperature, the weight loss rate of fruits treated with preservatives was lower than that of the control group, and preservative treatment had different fresh-keeping effects on orah fruits. At 4 °C, significant differences in vitamin C content among different treatments at 5, 28 and 42 days of storage were found, but no significant differences in other storage time. No significant difference in soluble solids and titratable acid contents among different treatments appeared. Among the treatment groups (treatment 1, treatment 2 and treatment 3), the weight loss rate, vitamin C content, soluble solid content and titratable acid content of orah fruit in treatment 2 were better than those in treatment 1 and 3. At room temperature, vitamin C content was significantly different among different treatments on the third day of storage. After 14 days of storage, the soluble solid content of treatment groups 1 and 2 was significantly different. On the 14th day of storage time, titratable acid content in treatment group 2 was significantly higher than that in treatment group 3. The contents of vitamin C, soluble solids and titratable acid in treatment group 2 were higher than those in other treatment groups, during most storage time. **Conclusion:** At 4 °C, each preservative treatment has different degrees of preservation effect on orah fruits. 450 g/L midazamine + 500 g/kg statin + 100 g/kg 2, 4-D + 400 g/kg bellkute has better preservation effect on orah fruit.

Keywords: Orah; storage; prochloraz; imazalil; 2, 4-D; bellkute; quality change

沃柑原产于以色列,由坦普尔桔橙和丹西红桔杂交而来,2004 年引入中国,具有优质、高产、晚熟等特点^[1]。

2012年沃柑在广西南宁市武鸣区栽培表现优异,而后在广西进行推广,据不完全统计在广西种植面积超过10万hm²,面积和产量均居全国首位,对推动广西经济发展起着重要作用^[2]。

真菌侵染是果实采后出现严重腐烂的主要原因,果实上皮孔、气孔、伤口是病原真菌(菌丝或分生孢子)主要入侵点。有研究^[3-5]发现,绿霉病、青霉病、炭疽病、酸腐病、蒂腐病是较为常见且危害严重的侵染性病害,可致果实腐烂率达20%~30%。其中,青霉、绿霉菌是贮藏果实危害最严重,其引起的腐烂果实约占总腐烂果实的80%^[6-7]。腐烂后果实维生素C含量、可溶性固形物、可滴定酸含量等果实品质指标会受到不同程度影响。

柑橘采后保鲜技术可分为物理保鲜、化学保鲜、生物保鲜三大类,其中化学保鲜在柑橘保鲜应用较为广泛。而抗真菌保鲜剂在市场上最为常见,抗真菌保鲜剂具有高效、抑菌效果好、使用方便等优点,在柑橘果实保鲜方面发挥积极作用,柑橘果实常用杀菌剂有苯并咪唑、咪唑和双胍盐类,对柑橘采后抑制青霉菌降低腐烂率有较好效果^[8-9]。有些化学保鲜剂具有强氧化性,对某些细菌等微生物具有致死作用,通过抑制乙烯生成也可达到果蔬保鲜作用,还有通过在果实表面形成薄膜,堵住果实表面气孔,抑制果实呼吸作用和蒸腾作用,降低果实后熟程度,减少水分和营养物质的损失来达到保鲜效果^[10]。李鸿筠等^[11]研究了5种常用药剂对贮藏病害的防控效果,结果表明,咪鲜胺、抑霉唑、百可得等5种药剂对青霉病、绿霉病、炭疽病、酸腐病有较好防治效果。庄荣玉^[12]研究了保鲜剂2,4-D、不同浓度菌毒清+2,4-D混用对柑橘的保鲜贮藏效果,结果表明,在2,4-D(200 mg/kg)、菌毒清(300 mg/kg)+2,4-D(200 mg/kg)、菌毒清(400 mg/kg)+2,4-D(200 mg/kg)3个不同处理中,菌毒清(300 mg/kg)+2,4-D(200 mg/kg)处理能有效抑制柑橘贮藏病害,贮藏120 d,烂果率比对照组下降42.1%,是效果最好的处理组;各处理组对柑橘果实酸度、糖度及维生素C含量与对照组相比下降幅度明显,其中,菌毒清(400 mg/kg)+2,4-D(200 mg/kg)处理对果实维生素C损失率最小。黄茜斌等^[13]对丙环唑和抑霉唑混配与单一药剂咪鲜胺对柑橘保鲜效果进行了研究,结果表明,丙环唑和抑霉唑混配比单一药剂咪鲜胺对柑橘保鲜效果好,贮藏第110天,混配药剂防治效果达83.36%,单一药剂只有25.06%。不同浓度的保鲜剂对柑橘保鲜效果会有差异,王海宏等^[14]研究了不同浓度咪鲜胺水乳剂对柑橘贮藏期病害影响,结果表明,在使用250,333,500 mg/L 25%咪鲜胺水乳剂中,333 mg/L处理对青霉病、绿霉病防治效果最好,有效延缓了柑橘维生素C、可溶性固形物、总酸含量下降,分别较对照组高出26.2%,8.3%,6.3%。常用保鲜剂咪鲜胺、抑霉唑、2,4-D、百可得4种单剂对柑橘的保鲜效果已有

报道,但关于不同浓度4种保鲜剂混配对沃柑果实保鲜效果鲜有报道。研究拟以沃柑果实为试验对象,研究咪鲜胺、抑霉唑、2,4-D、百可得不同浓度混配对沃柑果实贮藏品质影响,通过分析不同浓度混配液对沃柑果实失重率、维生素C含量、可溶性固形物含量、可滴定酸含量的影响,确定最优保鲜剂浓度,旨在为柑橘贮藏保鲜生产应用提供理论参考。

1 材料与方法

1.1 材料与仪器

1.1.1 材料与试剂

沃柑果实:采摘于广西大凌武农业开发有限公司武鸣分公司基地(108°33'14"E,23°51'17"N),将沃柑果实采收后立即运回实验室,挑选大小均一,成熟度基本一致,无病虫害及机械损伤果实作为试验对象;

咪鲜胺、抑霉唑、2,4-D、百可得:科绿农资有限公司;

草酸(C₂H₂O₄)、碳酸氢钠(NaHCO₃)、2,6-二氯靛酚、乙醇:分析纯,上海图赫实业有限公司。

1.1.2 主要仪器设备

电子天平:TC30KL型,常熟市双杰测试仪器有限公司;

阿贝折射仪:2WA-J型,上海彼爱姆光学仪器制造有限公司;

恒温冰箱:FYL-YS-100E型,北京福意电器有限公司。

1.2 方法

1.2.1 样品处理 将试验沃柑果实用自来水冲洗干净,自然晾干后随机分成4组,分别用不同浓度的咪鲜胺、抑霉唑、2,4-D、百可得混配液浸泡2 min。处理1:225 g/L咪鲜胺+250 g/kg抑霉唑+50 g/kg 2,4-D+200 g/kg百可得;处理2(推荐剂量):450 g/L咪鲜胺+500 g/kg抑霉唑+100 g/kg 2,4-D+400 g/kg百可得;处理3:900 g/L咪鲜胺+1 000 g/kg抑霉唑+200 g/kg 2,4-D+800 g/kg百可得。果实浸泡后自然晾干,将处理果实随机分为两组,第一组在室温下贮藏,第二组在4℃下贮藏,每组500个果实,每个处理4次重复。

1.2.2 测定项目与方法

(1) 失重率:采用称重法,按式(1)计算果实失重率。

$$W = \frac{M - m}{M} \times 100\% \quad (1)$$

式中:

W——果实失重率,%;

M——贮藏前重量,g;

m——贮藏后重量,g。

(2) 维生素C(V_C)含量:按GB 5009.86—2016《食品安全国家标准 食品中抗坏血酸的测定》执行。

(3) 可溶性固形物(TSS)含量:按 NY/T 2637—2014《水果和蔬菜可溶性固形物含量的测定 折射仪法》执行。

(4) 可滴定酸(TA)含量:按 GB/T 8210—2011《柑桔鲜果检验方法》执行。

1.2.3 数据分析 采用 Excel 2003 统计分析所有数据,计算标准误差并制图,应用 SPSS 19.0 软件对数据进行方差分析(ANOVA),利用 Duncan's 进行差异显著性分析, $P < 0.05$ 表示差异显著。

2 结果与分析

2.1 对沃柑果实失重率的影响

由图 1 可知,随着贮藏时间的增加沃柑果实失重率整体呈上升趋势,其中对照组上升趋势较为稳定,而处理组部分时间段失重率出现下降,可能是前期沃柑果实呼吸速率和蒸腾作用较旺盛,果实水分和有机物损失较大,后期随着水分和有机物的损失果实呼吸速率和蒸腾作用减弱,出现了下降情况。翁燕霞^[15]研究了不同保鲜剂对菠菜贮藏品质影响,研究指出,前期菠菜失重率上升速度快,后期变得缓慢,这是呼吸作用和蒸腾作用变化所引起的。各保鲜剂处理果实的失重率均低于对照组的,说明保鲜剂处理可以减缓果实水分散失。有研究^[12]指出,2,4-D 作为植物生长调节激素,可以抑制果实呼吸,影响果蒂离层形成,保持果蒂新鲜不脱落,间接降低果实蒸腾

作用。在 4℃ 条件下,沃柑果实失重率最高为 29.8%,处理 2 在贮藏 14~28 d 时沃柑果实的失重率低于处理 1 和处理 3 的,说明处理 2 对果实贮藏中期表现相对较好;在常温条件下,沃柑果实失重率最高为 55.9%,处理 2 和处理 3 在贮藏 7~28 d 时沃柑果实的失重率低于处理 1 的,说明在常温条件下,处理 2、处理 3 对沃柑果实前中期贮藏优于处理 1。

2.2 对沃柑果实维生素 C 含量的影响

由图 2 可知,在 4℃ 和常温条件下沃柑果实维生素 C 含量随贮藏时间增加出现一定程度的下降,其中,常温条件的下降趋势较为明显,与周龙等^[16]对水晶蜜柚果实的研究结果基本一致。李果果等^[17]研究发现,在一定贮藏环境条件下,沃柑果实维生素 C 含量整体呈下降趋势。在 4℃ 条件下,维生素 C 含量最高为 18.23 mg/100 g,贮藏第 5,28,42 天不同处理之间维生素 C 含量差异显著 ($P < 0.05$),处理 2 的维生素 C 含量高于其他处理组;在常温条件下,维生素 C 含量最高为 18.32 mg/100 g,贮藏第 3 天不同处理之间维生素 C 含量差异显著 ($P < 0.05$),贮藏第 1,3,5,7,14 天处理 2 的维生素 C 含量高于其他处理组。贮藏 21 d 后,各处理沃柑果实维生素 C 含量出现小幅度上升趋势,可能是在贮藏过程中,随着水分散失,沃柑果实某些生理发生了变化,诱导维生素 C 含量生成,有研究^[18]指出,后期果实维生素 C 含量增加可能与

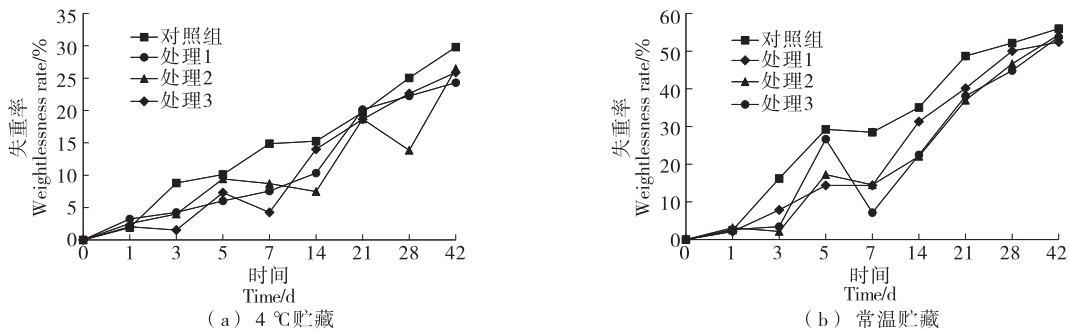
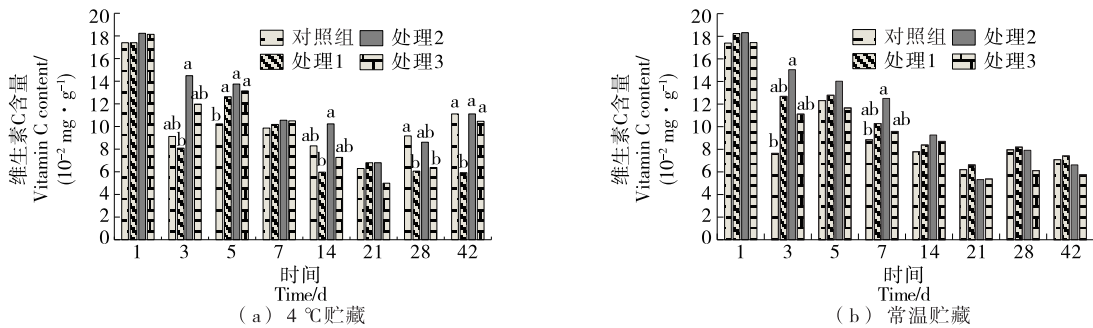


图 1 沃柑果实在贮藏过程中失重率变化情况

Figure 1 Weight loss rate changes of Orah fruits during storage



字母不同表示不同处理之间维生素 C 含量差异显著 ($P < 0.05$)

图 2 沃柑果实在贮藏过程中维生素 C 含量变化情况

Figure 2 Changes of vitamin C content in Orah fruits during storage

某些糖类与维生素 C 相互转化有关。Li 等^[19] 研究指出, 维生素 C 含量的增加可能与参与抗坏血酸生物合成的关键酶——编码 1-半乳糖-1-磷酸酶(GPP)基因的显性表达密切相关。在 4 °C 和常温条件下, 处理 2 的沃柑果实维生素 C 含量整体高于其他处理组, 更有利于沃柑果实维生素 C 的保持。

2.3 对沃柑果实可溶性固形物含量的影响

由图 3 可知, 4 °C 条件下, 可溶性固形物含量变化整体呈先上升后下降再上升的趋势; 常温条件下, 可溶性固形物含量变化整体呈先上升后下降的趋势。各组之间可溶性固形物含量差异不显著($P > 0.05$), 沃柑果实可溶性固形物含量最高为 12.10%, 贮藏第 1, 3, 7, 14, 21 天, 处理 2 的可溶性固形物含量略高于其他组; 在常温条件下, 处理组与对照组之间可溶性固形物含量差异不显著($P > 0.05$), 沃柑果实可溶性固形物含量最高为 13.32%, 贮藏第 1, 3, 7, 14, 21, 42 天, 处理 2 组可溶性固形物含量高于其他处理组, 贮藏第 14 天, 处理 2 与处理 1 的可溶性固形物含量差异显著($P < 0.05$)。在 4 °C 和常温条件下, 处理 2 的沃柑果实可溶性固形物含量整体高于其他组, 说明处理 2 能更好地延缓沃柑果实可溶性固形物含量降低。部分对照组比处理组含量要高, 可能是药剂处理组中各药

剂成分破坏了果实表面微生物群落, 影响了果实自身保鲜效果。有研究^[20] 指出, 在采后浸渍处理情况下, 石榴皮提取物对水传播的活性微生物有助于减少采后植物病原体 and 食源性细菌在循环水中的接种量。也有研究^[21] 指出, 石榴皮提取物可能可以保护清洗过的柑橘果实表面微生物群落, 因为水可能会冲刷微生物并降低果皮微生物群落的一致性。所以, 在某些情况下, 对照组的保鲜效果比处理组的好, 是否是因为未处理组可以较好保存果实表面的微生物种群, 利用自身保鲜特异性来保存果实品质还需后期深入研究。

2.4 对沃柑果实可滴定酸含量的影响

Manuel 等^[22] 发现柑橘果实可滴定酸含量下降, 主要是与柠檬酸含量下降有关, 与苹果酸含量变化不大。由图 4 可知, 沃柑果实在贮藏过程中可滴定酸含量变化基本呈稳定趋势, 不同温度条件下可滴定酸含量变化基本一致, 4 °C 条件下可滴定酸含量变化小于常温。在 4 °C 条件下, 处理组与对照组之间可滴定酸含量差异不显著($P > 0.05$), 沃柑果实可滴定酸含量最高为 1.40%, 贮藏第 3 天, 处理 2 的可滴定酸含量显著高于处理 1 ($P < 0.05$), 贮藏第 14 天, 处理 2 的可滴定酸含量显著高于处理 3 ($P < 0.05$), 其他贮藏时间各处理的可滴定酸含量无

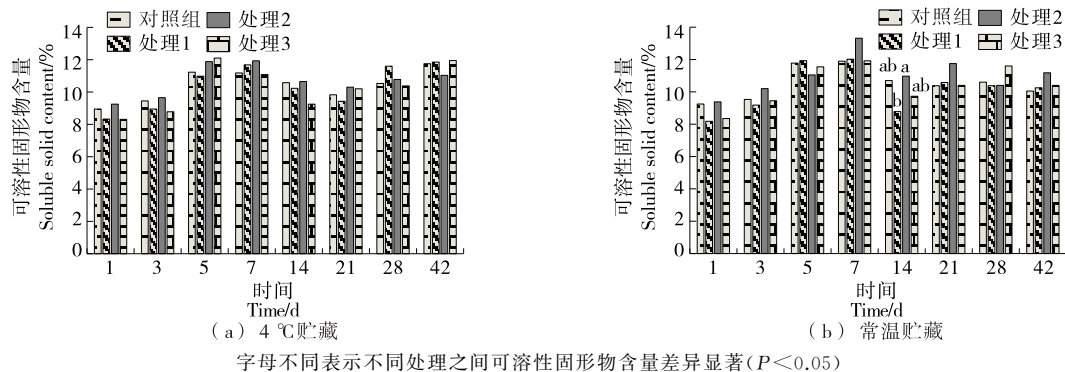


图 3 沃柑果实在贮藏过程中可溶性固形物含量变化情况

Figure 3 Changes of soluble solid content in Oranh fruits during storage

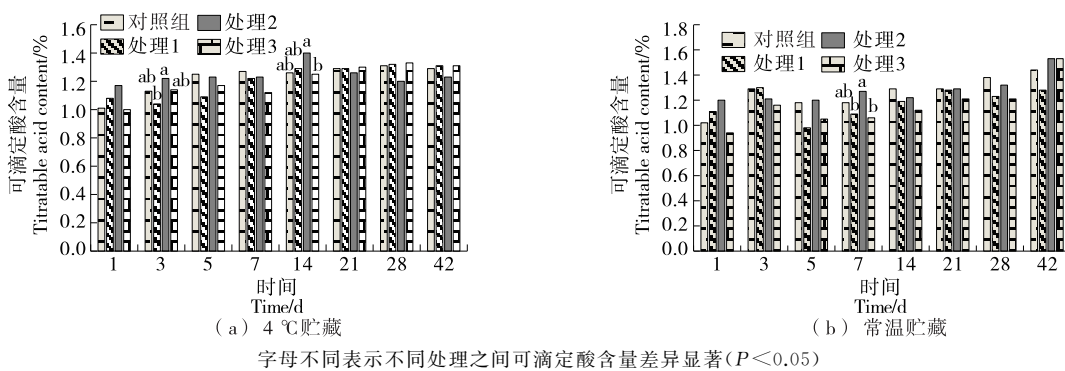


图 4 沃柑果实在贮藏过程中可滴定酸含量变化情况

Figure 4 Changes of titratable acid content in Oranh fruits during storage

显著差异;在常温条件下,沃柑果实可滴定酸含量最高为 1.53%,贮藏第 7 天,处理 2 的可滴定酸含量显著高于处理 1 和处理 3($P < 0.05$),贮藏第 1,5,7,21,42 天,处理 2 的可滴定酸含量略高于其他处理组。

3 结论

在 4℃ 及常温条件下,3 种不同浓度保鲜剂处理沃柑果实失重率均低于对照组,使用保鲜剂后对沃柑果实具有一定的保鲜效果,4℃ 条件下果实最高失重率为 29.8%,常温条件下果实最高失重率为 55.9%,沃柑果实 在 4℃ 条件下保鲜效果更好。不同浓度处理对沃柑果实失重率有不同程度影响,其中,经 450 g/L 咪鲜胺 + 500 g/kg 抑酶唑 + 100 g/kg 2,4-D + 400 g/kg 百可得处理的沃柑果实失重率在贮藏的前期和中期优于其他浓度组合的;4℃ 条件下维生素 C、可滴定酸含量下降速度低于常温,常温条件下可溶性固形物含量整体高于 4℃。在 4℃ 及常温条件下,450 g/L 咪鲜胺 + 500 g/kg 抑酶唑 + 100 g/kg 2,4-D + 400 g/kg 百可得处理能更好地保持沃柑果实维生素 C、可溶性固形物、可滴定酸含量,可作为日常沃柑果实保鲜推荐浓度。

参考文献

[1] 江东,曹立.晚熟高糖杂柑品种“沃柑”在重庆的引种表现[J].中国南方果树,2011,40(5):33-34.
JIANG D, CAO L. The field performance of late season and high sugar citrus variety "Or" in Chongqing[J]. South China Fruit, 2011, 40(5): 33-34.

[2] 黄其椿,李果果,陈东奎,等.广西沃柑产业发展现状与对策建议[J].中国南方果树,2020,9(5):141-149.
HUANG Q C, LI G G, CHEN D K, et al. Development status and countermeasures of Guangxi Orah industry[J]. South China Fruit, 2020, 9(5): 141-149.

[3] 王文军,曾凯芳,刘晓佳,等.不同保鲜剂对柑橘果实贮藏品质的影响[J].食品与机械,2017,33(4):110-116.
WANG W J, ZENG K F, LIU X J, et al. Effect of three kinds of anti-staling agents on storage quality of citrus[J]. Food & Machinery, 2017, 33(4): 110-116.

[4] JO Y, NAM H A, RAMAKRISHNAN S R, et al. Postharvest irradiation as a quarantine treatment and its effects on the physicochemical and sensory qualities of Korean citrus fruits[J]. Scientia Horticulturae, 2018, 236: 265-271.

[5] 马亚琴,贾蒙,周心智.柑橘采后贮藏保鲜技术研究进展[J].食品与发酵工业,2019,45(22):290-297.
MA Y Q, JIA M, ZHOU X Z. Research advances in postharvest preservation techniques of citrus fruits[J]. Food and Fermentation Industries, 2019, 45(22): 290-297.

[6] LOUW J P, KORSTEN L. Pathogenicity and host susceptibility of *Penicillium* spp. on citrus[J]. Plant Disease, 2015, 99(1): 21-30.

[7] 梁攀,李悦妍,黄少云,等.柑橘类水果贮藏保鲜技术研究进展[J].包装工程,2021,42(13):57-66.
LIANG P, LI Y Y, HUANG S Y, et al. Research progress of post-harvest storage and preservation technology of citrus fruits[J]. Packaging Engineering, 2021, 42(13): 57-66.

[8] SMILANICK J L, MANSOUR M F, GABLER F M, et al. Control of citrus postharvest green mold and sour rot by potassium sorbate combined with heat and fungicides[J]. Postharvest Biology and Technology, 2008, 47(2): 226-238.

[9] 熊件妹,姜亚君,郑卫民,等.500 g/L 抑霉唑乳油对柑橘青霉和绿霉病菌的抑制作用与防治效果[J].江西农业学报,2006(5):70-72,76.
XIONG J M, JIANG Y J, ZHENG W M, et al. Inhibitory effects of imazalil EC on *penicillium italicum* and *penicillium digitatum* of orange[J]. Acta Agriculturae Jiangxi, 2006(5): 70-72, 76.

[10] 杜磊.不同保鲜剂对沙葱叶片的保鲜效果分析[J].粮食科技与经济,2020,45(8):121-123.
DU L. Analysis effect of different preservatives on Fresh-keeping of *Allium mongolicum* Leaves[J]. Food Science and Technology and Economy, 2020, 45(8): 121-123.

[11] 李鸿筠,姚廷山,王联英,等.5种药剂对柑橘贮藏病害的防控效果评价[J].食品工业科技,2014,35(11):319-323.
LI H J, YAO T S, WANG L Y, et al. Evaluation on the control effect of 5 fungicides against citrus storage diseases[J]. Science and Technology of Food Industry, 2014, 35(11): 319-323.

[12] 庄荣玉.菌毒清与 2,4-D 混用对温州蜜柑保鲜贮藏的研究[J].食品与发酵工业,2001(12):31-34.
ZHUANG R Y. Effectiveness of Jun-du-ting and 2,4-D in fresh keeping preservation on mandarin fruits[J]. Food and Fermentation Industries, 2001(12): 31-34.

[13] 黄茜斌,徐建军,叶海萍,等.丙环唑和抑霉唑混配柑橘贮藏期真菌病害的防治效果[J].浙江柑橘,2019,36(3):16-19.
HUANG X B, XU J J, YE H P, et al. Control of citrus fungal diseases during storage by mixing propiconazole and imazalil[J]. Zhejiang Ganju, 2019, 36(3): 16-19.

[14] 王海宏,周慧娟,陈召亮,等.25%咪鲜胺水乳剂对宫川柑橘贮藏期品质及病害的影响[J].食品与机械,2010,26(3):44-46,104.
WANG H H, ZHOU H J, CHEN Z L, et al. Effects of prochloraz emulsion in water on storage quality and disease of Gongchuan orange[J]. Food & Machinery, 2010, 26(3): 44-46, 104.

[15] 翁燕霞.不同保鲜剂对菠菜贮藏品质的影响[J].农产品加工,2021(19):6-8.
WENG Y X. Effects of different preservatives on the storage quality of spinach[J]. Farm Products Processing, 2021(19): 6-8.

[16] 周龙,汤利,杨德荣,等.不同采后处理对‘水晶蜜柚’果实品质的影响[J].中国农学通报,2021,37(6):54-61.
ZHOU L, TANG L, YANG D R, et al. Effects of different post-harvest treatments on crystal honey pomelo fruit quality [J]. Chinese Agricultural Science Bulletin, 2021, 37(6): 54-61.

(下转第 215 页)