

DOI:10.13718/j.cnki.zwyx.2022.01.014

海南“大红”火龙果采后保鲜技术研究

苏明¹, 彭寿宏¹, 黄建祥², 周伟², 曾超锋², 李洪立³

1. 海南北纬十八度果业有限公司, 海南 东方 572600;

2. 海南枫之恋农业有限公司, 海南 东方 572600;

3. 中国热带农业科学院热带作物品种资源研究所, 海口 571101

摘要: 本研究以“大红”火龙果为材料, 比较研究不同贮藏条件(室温和 8 °C)下, 火龙果采后贮藏 30 d 内的保鲜效果. 结果表明, 8 °C 贮藏条件下, “大红”火龙果的腐烂率、失重率均低于室温, 新鲜度等级优于室温; 通过对比 4 个不同贮藏温度对火龙果采后贮藏 30 d 的保鲜效果, 研究发现 5 °C 处理的效果最好, 温度越高火龙果的贮藏效果越差; 通过在 8 °C 对不同采收期的火龙果对比研究发现, 转红 7~8 d 的火龙果贮藏保鲜效果最佳, 但贮藏时间不宜超过 20 d; 通过对比不同抑菌剂复合配方处理对火龙果可可球二孢焦腐病(果蒂霉病)的控制作用, 发现抑菌剂处理的果蒂霉发病率显著低于对照, 不同抑菌剂处理的果在 14 d 内均未发现有发霉现象, 试验 19~28 d 期间发病率随着贮藏时间延长而升高, 异菌脲 500 mg/L+抑霉唑 300 mg/L 组合的抑菌剂复配方的抑病效果最佳, 发病率仅为 11.7%, 比异菌脲 500 mg/L+甲基硫菌灵 800 mg/L 组合和异菌脲 500 mg/L+甲基硫菌灵 1 000 mg/L 组合复配方要低一半, 且此复配方处理后的第 7 d 农药残留量即降到了 GB 2763—2021 规定的最大残留量.

关键词: 火龙果; 贮藏; 保鲜; 转色; 抑菌剂

中图分类号: S436.5

文献标志码: A

文章编号: 2097-1354(2022)01-0097-08

开放科学(资源服务)标识码(OSID):



A Preliminary Research on Postharvest Preservation Technologies for Hainan ‘Dahong’ Pitaya

SU Ming¹, PENG Shouhong¹, HUANG Jianxiang²,
ZHOU Wei², ZENG Chaofeng², LI Hongli³

1. Hainan North Latitude 180 Fresh Fruit Co., Ltd., Dongfang Hainan 572600, China;

2. Hainan Maple Love Agriculture Co., Ltd., Dongfang Hainan 572600, China;

3. Institute of Tropical Crop Variety Resources, Chinese Academy of Tropical Agricultural Sciences, Haikou 571101, China

收稿日期: 2022-01-02

作者简介: 苏明, 高级农艺师, 农学硕士, 主要从事于作物栽培学研究.

通信作者: 黄建祥, 高级农艺师.

Abstract: In this study, ‘Dahong’ pitaya was used as the material to study the fresh-keeping effect of different storage conditions (room temperature and 8 °C) for 30 days after harvest. The results showed that when stored at 8 °C, the decay rate and weight loss rate of ‘Dahong’ pitaya fruit were lower than those stored at room temperature, and the freshness grade was better than that stored at room temperature. By comparing the fresh-keeping effects of 4 different storage temperatures on pitaya fruit stored for 30 days after harvest, it was found that the 5 °C was the best, and the higher the temperature, the worse the storage effect. Through the comparative study of pitaya fruits harvested at different periods of time at 8 °C, it was found that the storage effect of 7-8 days after turning red was the best, but the storage time should not exceed 20 days. By comparing the control effects of different antibacterial compound formulations on pedicel mildew, it was found that the incidence of *B. theobromae* treated with antibacterial agents was significantly lower than that of the control. No mildew was found in the fruits treated with different antibacterial agents within 14 days of storage, and the incidence increased with storage time from 19 days to 28 days. The combination of isimuron 500 mg/L and imazole 300 mg/L showed the best inhibitory effect, and the incidence rate was only 11.7%, which was half of the incidence rate of combination of isimuron 500 mg/L + thiobacillam methyl 800 mg/L and isimuron 500 mg/L + thiobacillam methyl 1 000 mg/L. Moreover, the pesticide residues on the 7th day after treatment with this compound formula were reduced to the maximum residue amount stipulated by GB 2763—2021.

Key words: pitaya; storage; fresh; color conversion; pathogen inhibitor

火龙果(*Hylocereus* spp.)又名红龙果、仙蜜果等,属仙人掌科(Cactaceae)量天尺属(*Hylocereus*),是热带亚热带水果,其果形优美、颜色鲜亮、风味细腻爽口独特,含有丰富的糖、有机酸、花青素及水溶性膳食纤维等营养物质,深受人们的喜爱,火龙果种植已成为近年来农业新、特、优、高开发项目,其研究和发展也日益受到重视^[1].

采后处理技术既可以提高商品果率,又可以降低腐烂、减少浪费,是提高生产和经营者经济效益的重要手段.高安辉等^[2]和张丽丽等^[3]的研究发现,通过低温能很好地控一些酶的活性和微生物的繁殖,使火龙果贮藏期得以延长、减缓果实品质的下降;童金华等^[4]通过试验研究发现5 °C左右是火龙果贮藏的最佳温度;也有研究表明火龙果适时采收也对其贮藏期有一定的影响.高安辉等^[2]发现采收较佳时间为花后25 d(适宜区夏季盛果期的果),此时采收的果实营养成分含量较高,口感较好,可贮时间较长.过早采收导致火龙果品质不达标,过迟采收易腐烂,因此合理的采收时间非常重要.此外,适当的保鲜剂(抑菌剂)对火龙果的耐贮性有一定的提高作用,L-Cys与壳聚糖配合液、异菌脲、戊唑醇、腈菌唑和苯醚甲环唑等抑菌剂对火龙果采后的病害防治有很好的效果^[5-6],通过冷藏结合抑菌剂的措施对火龙果采后保鲜的效果更好^[7-9],但不同化学药剂处理不同水果的农药残留量及保鲜效果均有差异.谢国芳等^[10]通过不同抑菌剂对火龙果处理发现,使用抑菌剂可以降低火龙果贮藏期间腐烂的发生;巴良杰等^[11]通过试验发现二氧化氯对火龙果保鲜效果较好;曹彦卫^[12]研究异菌脲在水果、蔬菜中残留7~12 d,残留量符合相关农药残留标准;章豪等^[13]通过抑霉唑对葡萄的保鲜效果研究发现250 mg/L或500 mg/L抑霉唑处理葡萄保鲜均属于低风险范围;郑伟等^[14]通过几种杀菌剂防治火龙果病害发现,甲基硫菌灵对火龙果茎斑病防治效果较好;刘萍等^[15]通过几种杀菌剂对柑橘的采后保鲜处理发现,抑霉唑和甲基硫菌灵的保鲜效果均较好.

在实际生产中,火龙果采收时间无法做到在1 d内完成,受天气、人力、工作量等因素的影响,采收时间往往会延续3~5 d,这就造成了对其贮藏期影响.火龙果采后主要受果蒂的褐变

及腐烂困扰,尤其是火龙果可可球二孢焦腐病,也称果蒂霉病,致病病原菌是可可球二孢菌。该病害多从果蒂开始发病,果蒂变黑、病部腐烂、果肉发黑,病害迅速扩展危害果实^[6]。果蒂霉病已成为火龙果采后腐烂的重要病害之一,而使用药剂保鲜处理是常用经济有效的手段之一,但采取该措施后存在农药残留等食品安全问题。因此,高效安全保鲜药剂的筛选是非常有必要的。贮运过程中,受到设备、存取货物频率、仓库管理等方面的影响,无法做到 5℃左右的贮藏,对于实际发生高于 5℃的贮藏影响果品也需要探究。本文通过对比不同贮藏温度、不同成熟度、不同抑菌剂等重要因素对“大红”火龙果采后保鲜的影响,为生产上火龙果保鲜贮运提供重要的科学参考。

1 材料与方 法

1.1 试验基本情况

试验时间为 2021 年 8 月至 10 月,试验地点在海南省东方市八所镇东方果蔬冷库。

1.2 供试药剂

试验所用火龙果品种来源于台湾地区引进自花授粉红肉品种“大红”。试验所用的抑菌剂分别是异菌脲(商品名:扑海因),剂型为可湿性粉剂,有效成分含量 50%,江苏省苏州富美实植物保护剂有限公司提供;抑霉唑(商品名:龙灯豪清杰),剂型为水乳剂,有效成分含量 20%,江苏龙灯化学有限公司提供;甲基硫菌灵(商品名:日曹甲基托布津),剂型为可湿性粉剂,有效成分含量 70%,日本曹达株式会社提供;下文中描述均采用化学名。

1.3 试验方法

1.3.1 不同贮藏温度对火龙果采后保鲜的影响

为研究销售周期 30 d 内的火龙果保鲜变化规律,设置两个温度:室温(25~35)℃和(8±0.5)℃,贮藏湿度均为(75±3)%,3 个重复,每个重复采集 100 个火龙果,分别于处理后 5 d, 6 d, 8 d, 9 d 和 7 d, 16 d, 20 d, 22 d 调查火龙果腐烂率、失重率、新鲜度。

为研究销售周期 30 d 以上的火龙果采后的保鲜情况,以室温(25~35)℃为对照,设置(5±0.5)℃,(8±0.5)℃,(10±0.5)℃,(15±0.5)℃ 4 个冷藏梯度处理,贮藏湿度均为(75±3)%,均设 3 个重复,每个重复采集 100 个火龙果,于处理后 30 d 调查火龙果腐烂率、失重率、新鲜度。

以上所用试验样品均来源于同一地块采收的大小一致火龙果,采收操作参考《火龙果采收储运技术规范》(NY/T 3911—2021)和《火龙果等级规格》(NY/T 3601—2020),贮藏期间不使用任何材料包装,定期观察果实品质情况,并采集相关数据进行分析。

失重率(%)=(贮藏前果重-贮藏后果重)/贮藏前果重×100%

腐烂率(%)=贮藏后开始腐烂的果实数/贮藏前果实总数×100%^[16]。

1.3.2 不同采收期对火龙果采后保鲜的影响

为研究不同采收期火龙果的糖度及新鲜度变化情况,分别采集转红 5 d, 6 d, 7 d, 8 d, 9 d, 10 d 的火龙果,每个处理果数为 50 个,重复 3 次,采收后于阴凉处放置 24 h 开始试验,冷藏温度(8±0.5)℃、湿度(75±3)%。评价果品新鲜度的等级标准:1 级数为鳞片叶新鲜,2 级数为鳞片叶皱缩,3 级数为鳞片叶边缘微黄,4 级数为鳞片叶整体枯黄,5 级数为鳞片叶枯黄软烂。以每个处理至少 80%果实数量的变化为判断标准,于处理后 0 d, 5 d, 10 d, 15 d, 20 d, 25 d 和 30 d 观察火龙果的果实品质情况,并采集相关数据进行分析。糖度(可溶性固形物含量)测定采用手持式折光仪^[17],每个处理测 3 个火龙果,采取果肉混合榨汁后测定。以上所用试验样品均

来源于同一地块采收的大小一致的火龙果,贮藏期间不使用任何材料包装。

1.3.3 不同药剂对火龙果采后果蒂霉病控制作用

为探索出有效且保证食品安全的防治果蒂霉的保鲜剂,本试验使用的抑菌剂均为《绿色食品火龙果生产允许使用农药清单》推荐药剂,在冷藏温度(8 ± 0.5) $^{\circ}\text{C}$ 、湿度(75 ± 3)%条件下比较不同抑菌剂处理 31 d 内对果蒂霉病的防治效果,设置 4 种处理:(A)异菌脲 500 mg/L+抑霉唑 300 mg/L;(B)异菌脲 500 mg/L+甲基硫菌灵 800 mg/L;(C)异菌脲 500 mg/L+甲基硫菌灵 1 000 mg/L;(CK)清水. 农药残留检测的样品数量的每个处理果数为 20 个,保鲜效果观察的样品数量的每个处理果数为 100 个,每个处理均重复 3 次. 果实直接快速浸泡抑菌剂 30 s 捞出自然晾干后放入冷库贮藏,对照为浸泡清水,以果蒂出现明显的小块病菌为记录依据. 以上所用试验样品均来源于同一地块采收的大小一致的火龙果,贮藏期间不使用任何材料包装,于处理后 5 d, 11 d, 14 d, 19 d, 23 d, 28 d 和 31 d 观察果实品质情况,并采集相关数据进行分析. 诺安实力可商品检验(宁波)有限公司检测火龙果果实可食用部分的农药残留量,检测结果参考 GB 2763—2021 进行评价. 目前 GB 2763—2021 还没有火龙果的最大农药残留量值,本文的研究结果可为 GB 2763—2021 火龙果的最大农药残留量值的确定提供一定的参考.

$$\text{发霉率}(\%) = \text{贮藏后发霉果实数} / \text{贮藏前果实总数} \times 100\%$$

1.4 数据分析

利用 Excel 2017 和 DPS 7.05 进行数据统计分析,不同处理间差异比较采取 Duncan 多重比较法进行方差分析.

2 结果与分析

2.1 不同贮藏温度对火龙果采后保鲜的影响

试验结果表明,火龙果在不同贮藏温度的腐烂率、失重率均表现出随着贮藏时间的延长而不断升高,果实的新鲜度等级不断降低,低温贮藏对火龙果采后品质保鲜的效果显著优于室温. 室温贮藏的火龙果可以保持最多 5 d,第 6 天后叶片开始明显干枯、发黄、软烂,果面出现烂斑且腐烂率达到了 48.3%,第 9 天后腐烂率达到 100%;而 8°C 低温贮藏的火龙果最少可以保持 20 d,腐烂率仅 2.8%(表 1).

表 1 不同贮藏温度对火龙果采后品质的影响

贮藏天 数/d	室温			贮藏天 数/d	8°C		
	腐烂率/%	失重率/%	新鲜度/级		腐烂率/%	失重率/%	新鲜度/级
5	0 \pm 0c	3.5 \pm 0.6c	2 \pm 0.3b	7	0 \pm 0d	1.1 \pm 0.1c	1 \pm 0b
6	48.3 \pm 3.2b	4.0 \pm 0.5b	4 \pm 0.4a	16	2.3 \pm 0.2bc	2.5 \pm 0.3b	1 \pm 0b
8	91.2 \pm 3.2a	4.9 \pm 0.5a	4 \pm 0.3a	20	2.8 \pm 0.2ab	3.7 \pm 0.3a	2 \pm 0.2a
9	100 \pm 0a	5.2 \pm 0.2a	5 \pm 0.5a	22	3.1 \pm 0.3a	4.1 \pm 0.3a	2 \pm 0.2a

注:同列数据后小写字母不同表示差异有统计学意义($p < 0.05$),表 2 至表 5 同.

试验结果表明,不同贮藏温度处理 30 d 对火龙果采后品质的影响差异很大,腐烂率是随着贮藏温度的升高而不断升高,除了 5°C 与 8°C 处理之间差异无统计学意义,其余处理差异均具有统计学意义, 5°C 处理的效果最好,腐烂率仅 2.1%,室温处理的在表 1 的研究结果表明第 9 天就达到了全部腐烂;不同温度处理对失重率的影响规律类似于腐烂率, 5°C 与 8°C 的处理差异无统计学意义, 10°C 与 15°C 的处理差异不显著,但均与室温处理存在显著性差异;新鲜

度的等级随着贮藏温度的升高而等级不断下降. 可见, 5 ℃ 处理温度对火龙果采后的保鲜效果最佳, 8 ℃ 处理效果其次, 室温最差(表 2).

表 2 不同贮藏温度处理 30 d 对火龙果采后品质的影响

贮藏温度	腐烂率/%	失重率/%	新鲜度/级
室温	100±0a	15.2±2.1a	5±0.5a
5 ℃	2.1±0.1d	5.1±0.3c	2±0.1c
8 ℃	3.3±0.2d	5.5±0.6c	2±0.1c
10 ℃	6.8±0.7c	6.5±0.6b	2±0.1c
15 ℃	11.2±1.1b	7.1±0.6b	3±0.1b

2.2 不同采收期对火龙果采后保鲜的影响

试验结果表明, 火龙果在开始转红后的不同阶段表示不同的成熟度, 转红时间越长表示成熟度越高, 糖度随着转红天数的延长而升高, 转红 6~8 d 是七成熟左右, 转红 10 d 的果糖度最高; 成熟度越低的果在贮藏 20 d 后糖度变化无明显变化规律, 但贮藏时间达到了 20 d 后糖度均开始呈下降趋势. 可见, 贮藏期第 20 天是明显的临界点, 转红 7~8 d 的果在贮藏期 20 d 内表现的保鲜效果较好, 超过 20 d 后的果糖度开始显著下降(表 3).

表 3 8 ℃ 贮藏环境下不同采收期对火龙果采后糖度的影响

贮藏天数/d	转红 5 d	转红 6 d	转红 7 d	转红 8 d	转红 9 d	转红 10 d
0	14.8±2.1e	15.2±2.0d	15.7±2.1c	15.6±1.8c	16.1±2.1b	16.7±1.9a
5	15.1±2.2d	15.8±2.2c	16.1±2.3b	16.3±1.5b	16.0±2.1b	16.1±1.8b
10	14.6±2.3e	15.1±2.2d	15.5±2.1c	15.6±1.1c	15.8±2.0c	15.7±1.2c
15	14.3±2.1ef	14.7±1.8e	15.7±2.1c	15.7±1.3c	15.4±1.6c	15.7±1.9c
20	14.1±1.8f	14.8±1.2e	16.8±2.5a	15.8±1.3c	15.8±1.6c	15.8±2.0c
25	14.2±1.9ef	14.3±0.9ef	15.3±1.6cd	14.6±1.1e	15.3±1.1cd	15.3±1.7cd
30	14.1±1.6f	14.3±0.9ef	14.8±1.1e	14.8±1.1e	14.6±1.0e	15.1±1.2d

试验结果表明, 不同成熟度的果随着贮藏期的延长而新鲜度不断变差, 贮藏 20 d 后发现成熟度越高果实的新鲜度越差, 贮藏期第 20 d 是变差的临界点, 综合结果得出转红 7~8 d 的果实在贮藏期 20 d 内表现出良好的保鲜效果, 但超过 20 d 后的果实新鲜度开始显著下降, 且转红天数越长的果新鲜度越差(表 4).

表 4 8 ℃ 贮藏环境下不同采收期对火龙果采后新鲜度(级)的影响

贮藏天数/d	转红 5 d	转红 6 d	转红 7 d	转红 8 d	转红 9 d	转红 10 d
0	1±0b	1±0b	1±0c	1±0c	1±0c	1±0c
5	1±0b	1±0b	1±0c	1±0c	1±0c	1±0c
10	1±0b	1±0b	1±0c	1±0c	1±0c	1±0c
15	1±0.1b	1±0.1b	1±0.1c	1±0.1c	1±0.2c	1±0.2c
20	1±0.1b	1±0.1b	1±0.1c	1±0c	2±0.1b	2±0.1b
25	2±0a	2±0a	2±0.1b	2±0.1b	3±0a	3±0a
30	2±0.1a	2±0.1a	3±0a	3±0.1a	3±0a	3±0a

2.3 不同药剂对火龙果采后果蒂霉病的控制效果

由表 5 可以看出,在低温冷藏和药剂处理的条件下果蒂霉的发病率均随着贮藏时间的延长而不断升高.不同药剂处理 14 d 期间,与清水对照相比较,抑制发霉率的效果均达到显著性水平,药剂处理第 19~28 天期间,A 处理(异菌脲 500 mg/L+抑霉唑 300 mg/L)的抑制效果均显著地优于其他处理和 CK,且 A 处理与 B 处理(异菌脲 500 mg/L+甲基硫菌灵 800 mg/L)、C 处理(异菌脲 500 mg/L+甲基硫菌灵 1 000 mg/L)差异有统计学意义,果实的发霉率最低,B,C 处理间的差异无统计学意义,而第 31 天 C 处理的效果最优、发霉率最低,但 A 处理与 B,C 处理间差异均无统计学意义,B,C 处理间差异也无统计学意义,火龙果发霉率均超过了 25%.综合结果表明,异菌脲 500 mg/L+抑霉唑 300 mg/L 处理的效果最佳,对火龙果采后的果蒂霉的发病率有一定的抑制作用,从而起到延长火龙果贮藏时间的作用.

表 5 不同药剂对火龙果采后果蒂霉的发霉率抑制效果

%

处理	5 d	11 d	14 d	19 d	23 d	28 d	31 d
A	0±0b	0±0b	0±0b	1.5±0.2c	10.6±1.7c	11.7±1.4c	26.7±2.1b
B	0±0b	0±0b	0±0b	4.5±0.5b	20.5±3.7b	20.2±1.9b	27.3±2.0b
C	0±0b	0±0b	0±0b	4.6±0.5b	20.3±3.9b	20.5±1.8b	25.5±1.9bc
CK	5.1±0.3a	8.2±1.4a	10.1±1.9a	20.5±2.6a	40.6±3.8a	56.1±3.8a	80.1±4.5a

注:处理 A 为异菌脲 500 mg/L+抑霉唑 300 mg/L; B 为异菌脲 500 mg/L+甲基硫菌灵 800 mg/L;

C 为异菌脲 500 mg/L+甲基硫菌灵 1 000 mg/L; CK 为清水对照.表 6 同.

试验结果表明,火龙果果色均匀、叶片鲜绿、果蒂正常,整体农残检测结果符合国家标准(GB 2763—2021 要求),且在药剂处理后 7 d 就能符合要求.根据实验结果,在考虑杀菌效果、农残量达标两个方面时,A 处理(异菌脲 500 mg/L+抑霉唑 300 mg/L)属于最优组合,不仅抑霉效果好,而且药剂残留量低;综合了火龙果杀菌处理后的物流运输及配送时间,异菌脲 500 mg/L+抑霉唑 300 mg/L 处理对火龙果采后的果蒂霉防治效果最佳(表 6).

表 6 不同药剂处理火龙果后的农药残留量检测结果

mg/kg

处理	抑制剂	7 d	14 d	国标限量要求
A	异菌脲	0.74	0.69	抑霉唑:瓜 2.0,柑橘 5.0
	抑霉唑	0.88	0.61	
B	甲基硫菌灵	1.8	1.5	异菌脲:香蕉 10.0
	异菌脲	1.3	0.99	
C	异菌脲	1.1	0.61	甲基硫菌灵:瓜 2.0,梨 3.0
	甲基硫菌灵	1.8	1.1	
CK	异菌脲	<0.02		
	甲基硫菌灵	<0.02		
	抑霉唑	<0.01		

3 讨论

火龙果室温贮藏一般不要超过 5 d,尤其是温度高的夏季更易腐烂,低温贮藏(温度 8 ℃,

湿度 75%)的保鲜期显著地长于室温的,可长达 20 d;火龙果的失重率自采摘后开始,果体的呼吸作用及水分蒸发一直在进行,低温能显著降低失水率,刚入库第 2 天失重率最高超过 1%,可能是环境的突变,果体温度还未完全降到与贮藏环境温度一致,才会导致这种现象,而后期失重率下降基本维持稳定,证实了此现象.因此低温冷藏有利于火龙果的采后保鲜,是延长储存期的最重要措施之一,与张丽丽、童金华等^[3-4]人的研究结果较一致.不同梯度的贮藏温度在贮藏 30 d 后对火龙果采后品质的影响差异很大,5 ℃ 的效果最好,腐烂率仅为 2% 左右,与张丽丽等^[3]人的研究结果较一致,在 10 ℃ 以下的处理温度对火龙果的贮藏均达到一定的保鲜作用,新鲜度仅为 2 级以上,但 10 ℃ 以上的温度贮藏环境下的保鲜效果显著变差,因此建议在实际操作过程中,冷库贮藏或长途运输过程中将贮藏环境温度保持在 10 ℃ 以下对火龙果保鲜效果较好.

不同转色天数(成熟度)的火龙果在 8 ℃ 贮藏期间的品质变化不一样,贮藏过程中的糖度变化无显著的规律性,可能是火龙果的树体间差异导致单个果的内在品质差异,建议需要增加更多的样品量试验对比.根据苏明^[18]的研究表明,夏季的光温条件非常好、成熟时间短,东方市八所镇区域种植的火龙果夏季的现蕾期至开花期要 16 d,开花期至转色期要 26 d,转色至采收需 6~7 d,整个花蕾至采收需 48~50 d,而进入秋季后,气温的降低、光照时长变短而果期明显变长;不同转色天数的火龙果品质有一定差异,转色天数长的糖度更高些,与李兴忠等^[19]人研究结果类似.本试验研究结果表明转色 7~8 d(即七成熟)的火龙果采收是比较合适,也有报道在花后 25 d 最适宜采收^[20-21],品种及种植气候环境不一样,得出的结论也有差异;转色天数短的火龙果糖度、新鲜度是随着贮藏时间的延长而变差,转色天数越长的火龙果新鲜度在 20 d 开始发生明显的变差,糖度也开始降低,说明贮藏的第 20 天是在 8 ℃ 贮藏环境下的临界点,超过这个时间火龙果的保鲜效果显著变差,也可能是在第 20 天时贮藏条件发生变化,冷库的控温作用发生异常升高而导致大多数的不同成熟度的火龙果糖度值升高.火龙果的销售周期可长达 30 d,但品质已经发生显著的下降.

低温冷藏的条件能显著地控制病害的发生,尤其是采用了抑菌剂的处理后控制时间至少可达 14 d,而未使用抑菌剂的处理在采收后的几天果蒂就开始出现霉菌,即使在低温冷藏条件下也难以延长发病的时间,原因可能是火龙果采收期间是雨季,易在田间感染病菌而导致贮藏期间易快速发病;不同抑菌剂处理后 14 d 期间可完全抑制果蒂发霉,第 19~28 天期间异菌脲 500 mg/L+抑霉唑 300 mg/L 组合处理效果比较稳定,即使第 31 天火龙果发霉率未超过 27%;即考虑杀菌处理后的物流运输及配送时间,则在杀菌处理后即可包装发货,一般库存质量能保证不超过 14 d 即可,过长时间存储会导致果品的变差.由于试验操作人员实际情况未能全程现场操作,观察的时间间隔没有明显的规律性,观察的间隔天数不相同,可能会对试验结果造成一定的误差.本试验的不同抑菌剂在处理火龙果后的农药残留量在第 7 天就明显降低到了国家标准(GB 2763—2021 食品安全国家标准食品中农药最大残留限量)的农药残留最大限量值,但 C 处理中的甲基硫菌灵残留量 14 d 后较 B 处理低的原因可能是样品数量过少,或是浸泡抑菌剂过程中浸泡时间的误差而造成的.若对样品在抑菌剂处理后的每一天分别进行农药残留量检测,可发现安全食用期的最短时间,综合考虑选择异菌脲 500 mg/L+抑霉唑 300 mg/L 组合抑菌剂对火龙果采后进行防治果蒂霉的效果最佳.

参考文献:

- [1] 邓仁菊,范建新,蔡永强.国内外火龙果研究进展及产业发展现状[J].贵州农业科学,2011,39(6):188-192.
- [2] 高安辉,张兴无,陈守一,等.火龙果贮藏研究进展[J].现代农业科技,2015(11):297-298,306.

- [3] 张丽丽, 沈佳鑫, 曹晶晶, 等. 不同贮藏温度下红心火龙果的品质变化[J]. 山西农业科学, 2013, 41(12): 1385-1387, 1390.
- [4] 童金华, 王则金, 连龙浩. 贮藏温度对火龙果品质的影响[J]. 亚热带农业研究, 2013, 9(3): 162-166.
- [5] 任文彬, 黎铭慧. L-半胱氨酸与壳聚糖复合处理对鲜切火龙果贮藏效果的影响[J]. 食品科学, 2013, 34(18): 317-320.
- [6] 朱迎迎, 陈亮, 祝庆刚, 等. 火龙果采后病害与防控技术研究进展[J]. 中国热带农业, 2014(4): 55-58.
- [7] 王彬, 郑伟, 何绪晓, 等. CaCl₂ 处理对火龙果低温贮藏期品质的影响[J]. 西南农业学报, 2010, 23(3): 836-840.
- [8] 张绿萍, 金吉林, 邓仁菊. 保鲜剂及保鲜方式对火龙果贮藏时间的影响[J]. 贵州农业科学, 2011, 39(5): 215-217.
- [9] 王彬, 郑伟, 李胜海, 等. 不同贮藏温度对火龙果采后生理和品质的影响[J]. 西南农业学报, 2012, 25(2): 429-432.
- [10] 谢国芳, 谢玲, 范宽秀, 等. 生长期喷施抑菌剂对‘紫红龙’火龙果采后品质的影响[J]. 云南农业大学学报(自然科学), 2019, 34(4): 663-670.
- [11] 巴良杰, 罗冬兰, 曹森, 等. 不同保鲜剂处理对火龙果贮藏品质和相关生理指标的影响[J]. 中国南方果树, 2020, 49(1): 75-80.
- [12] 曹彦卫. 农药异菌脲在水果、蔬菜中的残留研究综述[J]. 河北林业科技, 2021(3): 42-46.
- [13] 章豪, 张宜文, 凌淑萍, 等. 抑霉唑对葡萄的保鲜效果及其风险评估[J]. 浙江农业学报, 2017, 29(5): 840-844.
- [14] 郑伟, 王彬, 马骁, 等. 6种杀菌剂防治火龙果茎斑病的田间药效[J]. 江苏农业科学, 2015, 43(2): 140-141.
- [15] 刘萍, 何建军, 阳廷密, 等. 6种常见杀菌剂用于沙糖桔采后保鲜的效果及其残留[J]. 中国南方果树, 2019, 48(6): 7-11.
- [16] 李次力. 蓝靛果的壳聚糖涂膜保鲜研究[J]. 食品科学, 2008, 29(7): 457-461.
- [17] 魏明, 赵博. 不同强度的冷激处理对草莓保鲜效果的研究[J]. 食品科学, 2008, 29(2): 415-418.
- [18] 苏明, 任太军, 袁水清, 等. 海南火龙果反季节生产技术初探[J]. 中国南方果树, 2018, 47(1): 83-86.
- [19] 李兴忠, 王彬, 郑伟, 等. 不同采收期对火龙果果实品质的影响[J]. 天津农业科学, 2014, 20(8): 95-97, 102.
- [20] 王俊宁, 邓科禹, 李润唐, 等. 采收期对火龙果果实品质及贮藏特性的影响[J]. 贵州农业科学, 2011, 39(4): 170-173.
- [21] 王俊宁, 邓科禹, 李润唐, 等. 采收期对火龙果贮藏期间活性氧代谢的影响[J]. 安徽农业科学, 2011, 39(7): 4063-4065.