

李 英,廖以金,从心黎. 热处理对红肉火龙果果实保鲜效果的影响[J]. 江苏农业科学,2020,48(8):218-222.
doi:10.15889/j.issn.1002-1302.2020.08.041

热处理对红肉火龙果果实保鲜效果的影响

李 英,廖以金,从心黎

(海南大学园艺园林学院,海南海口 570228)

摘要:以红肉火龙果品种“金都一号”为材料,采用不同温度(45、50、55、60 ℃)热水处理果实 10 min 后,冷激 15 min。常温条件下,测定失质量率、病情指数、可溶性固体物(TSS)含量、果皮厚度、过氧化物酶(POD)活性、超氧化物歧化酶(SOD)活性、花青苷含量、抗氧化活性等生理指标。结果表明,50 ℃热处理能有效延缓采后红肉火龙果果实中可溶性固形物含量和失质量率的下降,抑制了果实中 SOD、POD 活性的下降,延缓了花青苷的降解速度以及抗氧化活性的降低,有效地提高了红肉火龙果果实采后的保鲜效果。

关键词:红心火龙果;果实;热处理;生理指标;采后保鲜

中图分类号: S667.909⁺.3 **文献标志码:** A **文章编号:** 1002-1302(2020)08-0218-05

火龙果别称红龙果、仙密果、情人果等^[1-2],为仙人掌科(Cactaceae)三角柱属(*Hylocereus*)和西施仙人掌属(*Selenicereus*)植物^[3-4]。我国引进了白肉火龙果、红肉火龙果和紫红肉火龙果等 3 个品种^[5-6]。近年来,我国红肉火龙果的种植面积剧增,如海南省红肉火龙果种植面积已达 3 333.33 hm²,广西红心火龙果种植面积达 13 333.33 hm²。红肉火龙果采后极易腐烂,鲜果供应期短^[7],一般采后 3 d 鳞片黄化萎蔫,7 d 便开始腐烂,采后贮藏保鲜技术成为了我国红肉火龙果产业发展的一大难题。虽然关于越南火龙果的保鲜技术已有报道,但因品种不同,技术不适合用于我国红肉火龙果。因此,亟需摸索出一套适合我国红肉火龙果的保鲜技术。

近年来,采后热处理技术因具有经济、高效、便捷、无药剂残留、对操作人员无害等优点而在果蔬采后处理技术上崭露头角。热处理技术作为果蔬采后处理的一种简单物理方法,主要是利用热力杀灭或抑制果蔬上的害虫或病原微生物,起到减少腐烂或者改变果蔬某些生理代谢进程的作用,进而达到贮藏保鲜的目的^[8]。有报道认为,热处理可以减少番茄在低温贮藏过程中冷害的发生^[9]。此外,热处理还可能通过基因表达和蛋白质合成的变化影响果实的成熟、衰老,如乙烯的产生和细胞壁的降解等,高温(37~50 ℃)可以延迟水果和蔬菜成熟时间^[10]。热处理方法主要有热水、热蒸汽或热空气等方法^[11]。热处理技术已被运用于柑橘^[12]、苹果^[13]、草莓^[14]、番茄^[15]等的保鲜中。本试验以红肉火龙果金都一号品种为材料,对红肉火龙果果实采后进行热处理,测定其各项生理指标,旨在为我国红肉火龙果的采后保鲜提供理论依据和技术指导。

收稿日期:2019-03-14

基金项目:海南省重点研发计划(编号:ZDYF201609)。

作者简介:李 英(1993—),女,甘肃武威人,硕士研究生,研究方向为果蔬采后生理与贮藏技术。E-mail:1096320213@qq.com。

通信作者:从心黎,博士,副教授,研究方向为果蔬采后生理与贮藏技术。E-mail:cong0890@163.com。

效果的影响[J]. 园艺学报,2007,34(1):189-192.

[17]刘 伟,杨茂云,常 征. 不同浓度水杨酸保鲜液对康乃馨切花保鲜的影响[J]. 安徽农学通报,2017,23(4):30-32.

[18]李小玲,华智锐. 水杨酸和低温对百合切花保鲜效应的研究[J]. 陕西农业科学,2017,63(7):15-18.

[19]Halevy A H. Evaluation of postharvest handling methods for transcontinental truck shipments of cut carnation chrysanthemums and rose[J]. HortScience,1978,103(2):151-155.

[20]Halevy A H,Mayak S. Senescence and postharvest physiology of cut

flowers[J]. Horticulture Review,1981,3:59-143.

[21]Williams M H,Nell T A,Barrett J E. Investigation of proteins in petals of potted chrysanthemum as a potential indicator of longevity[J]. Postharvest Biology and Technology,1995,5:91-100.

[22]卢金枝,蒋冰娜,谢思宇,等. 水杨酸对玫瑰切花保鲜效应的研究[J]. 安徽农业科学,2013,41(32):12727-12729.

[23]孙铁坤,刘 珊,黄巧颖,等. 含水杨酸和 CaCl₂ 瓶插液对洋橘梗切花的保鲜效果研究[J]. 安徽农业科学,2013,41(22):9216-9217,9246.

1 材料与方法

1.1 材料

试验用材料为红肉火龙果金都一号,采自海南省东方市“七七”火龙果基地,为八成熟果实,采后装箱,立即运送至海南大学热带农林学院生理生化实验室,在温度为 15 ℃ 条件下预冷 12 h,除去田间热。预冷后挑选成熟度一致、大小均匀、无病虫害、无机械损伤的果实,每个果实保留 0.5 cm 果柄,清洗,晾干。

仪器设备:离心机、分光光度计、烧杯、ATAGO 手持式折光计、游标卡尺。

1.2 试验处理

对果实进行 45、50、55、60 ℃ 热水处理 10 min,然后放入冷水中冷激 15 min,将果心温度降至 25 ℃,晾干后,用 0.01 mm 厚的聚乙烯薄膜保鲜袋包装,每袋 3 个果实,7 袋为 1 个处理组,轻绑袋口,置于温度为 22 ℃ 的智能人工气候箱(相对湿度为 75%~80%)中贮藏。贮藏期间每 2 d 取样 1 次,每个处理重复 3 次。由于对照组的果实在贮藏 14 d 时已全部腐烂,因此取样测定分析到此结束。此外另放 15 个果实,测定病情指数和失质量率。

1.3 测定指标与试剂

失质量率的测定采用称质量法^[16]。以表面出现水渍、霉斑的果实为腐烂果,腐烂率计算公式为

$$\text{腐烂率} = \frac{\text{腐烂果实数}}{\text{果实总数}} \times 100\% \quad [17]$$

果皮花青素含量采用张波等的方法^[19]测定。采用探针式 pH 计插入果实测定果实 pH 值。丙二醛(MDA)含量采用硫代巴比妥酸法^[17,14]测定。超氧化物歧化酶(SOD)活性采用氮蓝四唑法^[17]测定。过氧化物酶(POD)活性的测定采用愈创木酚法^[18-19]。可溶性固形物(TSS)含量利用 ATAGO 手持式折光计(型号为 N-1 α ,产自日本)进行测定^[19]。参照 Larrauri 等的方法^[18]测定 1,1-二苯基-2-三硝基苯肼(DPPH)自由基清除率,用来表示总抗氧化活性,结果以清除百分率表示。

1.4 数据分析

在 Excel 2003 中作图。

2 结果与分析

2.1 不同温度热水处理对火龙果果实失质量率的影响

水分蒸发是造成果实失质量与萎蔫的重要原

因。从图 1 可以看出,随贮藏时间的延长,失质量率整体呈上升趋势,在贮藏 8 d 时,45、50、55、60 ℃ 热水处理的失质量率分别为 5.90%、3.49%、8.34%、8.30%;对照组的失质量率为 11.64%。不同温度处理间果实失质量率差异不大,但与对照组相比,差异较大。其中 50 ℃ 热水处理 10 min 对火龙果果实失质量率抑制作用最佳,45 ℃ 热水处理次之。

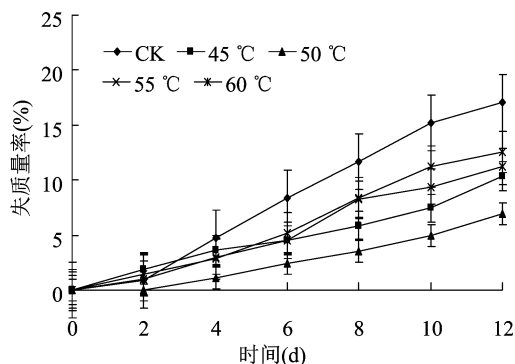


图1 不同温度热水处理对火龙果果实失质量率的影响

2.2 不同温度处理对火龙果果实腐烂率的影响

从图 2 可以看出,随贮藏时间的延长,果实腐烂率增加,腐烂率是衡量果实商品价值的主要指标之一。在贮藏 10 d 时,对照组腐烂率达到了 93.3%,而 45、50、55、60 ℃ 热水处理组腐烂率依次为 80.0%、66.7%、73.3%、91.3%。50 ℃ 热水处理组腐烂率与对照相比差异明显。表明热水处理能够延长火龙果果实在常温下的存放期。

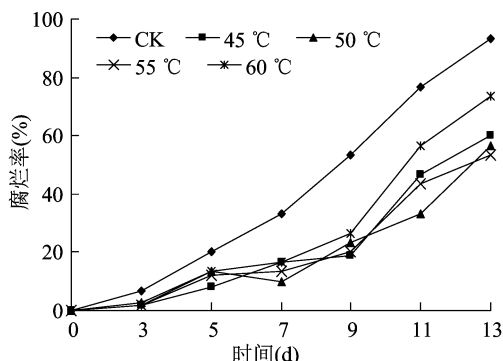


图2 不同温度热水处理对火龙果果实腐烂率的影响

2.3 不同温度热水处理对火龙果果实可溶性固形物含量的影响

从图 3 可以看出,随着贮藏时间的延长,火龙果的 TSS 含量总体呈下降趋势。在贮藏 8 d 时,50 ℃ 热水处理组的 TSS 含量最高,为 15.5%,其他处理组的 TSS 含量均低于 50 ℃ 热水处理组,对照组为 13.0%,45、55、60 ℃ 处理组分别为 13.4%、13.9%、13.1%。50 ℃ 热水处理组的果实 TSS 含量与对照

组差异明显。从整体的趋势来看,50 ℃ 热水处理 10 min 对火龙果果实 TSS 含量下降的抑制效果最佳。

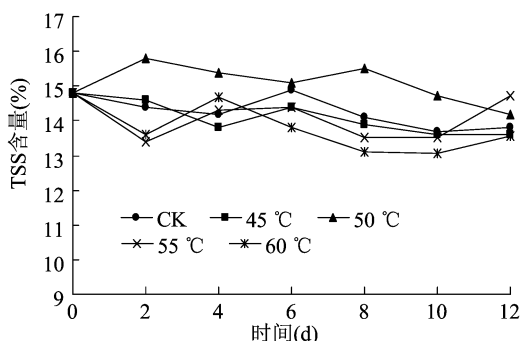


图3 不同温度热水处理对火龙果果实可溶性固形物(TSS)含量的影响

2.4 不同温度热水处理对火龙果果实 pH 值的影响

从图 4 可以看出,不同处理组间的果实 pH 值变化较小。在火龙果贮藏 8 d 时,对照组 pH 值为 6.3;45、50、55、60 ℃ 热水处理组分别为 6.5、6.6、6.7、6.3。对照组火龙果果实 pH 值与热水处理组差异不明显。表明热水处理对果实 pH 值影响不大。

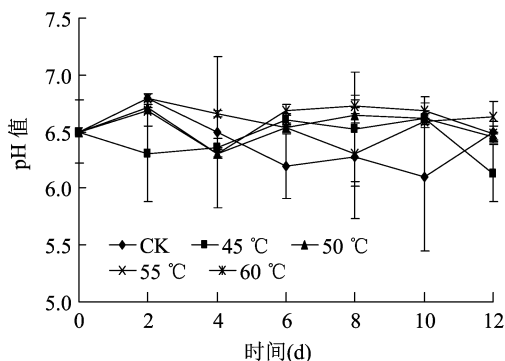


图4 不同温度热水处理对火龙果果实 pH 值的影响

2.5 不同温度热水处理对火龙果果实超氧化物歧化酶活性的影响

从图 5 可以看出,随贮藏时间的延长,火龙果果实 SOD 活性总体呈先上升后下降的趋势。在火龙果贮藏 4 d 时,对照组与 45、55、60 ℃ 热水处理组的 SOD 活性已经达到最大值,而 50 ℃ 热水处理组的 SOD 酶活性在 6 d 时才达到最高值,比对照推迟了 2 d,尤其在贮藏 6 d 时,50 ℃ 热水处理组果实 SOD 活性始终处于较高的水平,比对照组及 45、55、60 ℃ 处理组分别高 1.9 U/g 及 2.4、2.3、3.3 U/g,不同处理间差异明显。表明 50 ℃ 热水处理 10 min 有利于提高火龙果果实 SOD 活性。

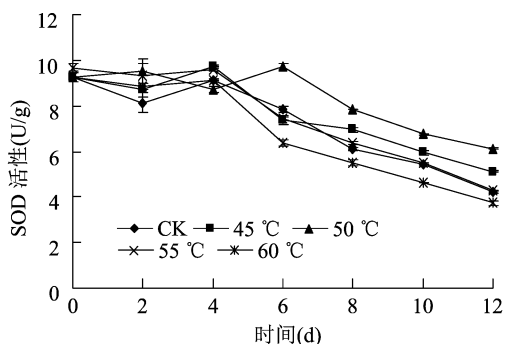


图5 不同温度热水对火龙果果实超氧化物歧化酶(SOD)活性的影响

2.6 不同温度处理对火龙果果实丙二醛含量的影响

从图 6 可以看出,火龙果在贮藏期间 MDA 含量总体上升。在贮藏时间为 6 d 时,对照组果实 MDA 含量达到最高值,为 36.4 $\mu\text{mol/g}$,而经过 50 ℃ 热水处理 10 min 的果实在贮藏 10 d 时才达到最高值,为 31 $\mu\text{mol/g}$,此时各处理组与对照组间差异明显。表明热水处理能减缓火龙果果实的膜脂过氧化程度,延缓火龙果的衰老。

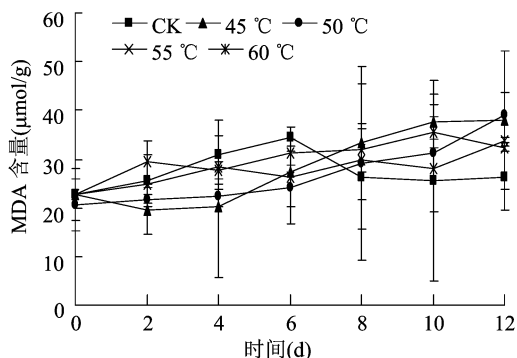


图6 不同温度热水处理对火龙果果实丙二醛(MDA)含量的影响

2.7 不同温度热水处理对火龙果果实过氧化物酶活性的影响

从图 7 可以看出,随贮藏时间的延长,火龙果果实 POD 活性总体呈下降趋势,45、50、55 ℃ 热水处理组的 POD 活性下降相对比较缓慢,贮藏 8 d 时,分别为 3.53、3.93、3.06 U/(g·min),此时对照组为 2.66 U/(g·min)。从整体的趋势来看,50 ℃ 热水处理 10 min 能够延缓火龙果果实 POD 活性的下降趋势。

2.8 不同温度热水处理对火龙果果实花青苷含量的影响

从图 8 可以看出,在贮藏过程中,火龙果果实花青苷含量总体呈先上升后下降趋势。在贮藏 12 d 时,45、50、55、60 ℃ 热水处理组果实花青苷含量分

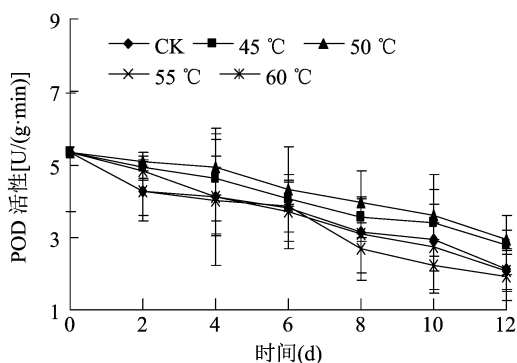


图7 不同温度热水处理对 POD 活性的影响

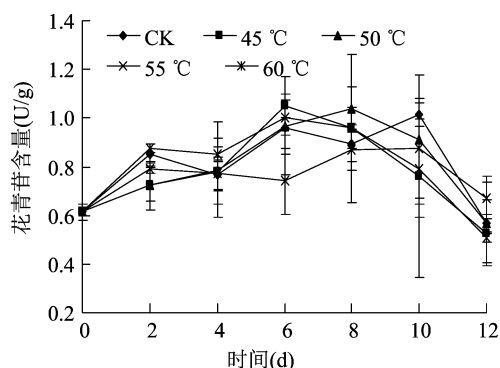


图8 不同温度处理对火龙果花青苷含量的影响

别为 0.527、0.867、0.672、0.506 mg/g, 对照组为 0.570 mg/g, 处理组与对照组差异明显, 表明热水处理可以减缓火龙果果实花青苷含量的下降。

2.9 不同温度热水处理对火龙果果实抗氧化活性的影响

从图 9 可以看出, 火龙果果实抗氧化活性在贮藏过程中总体呈先下降后上升再下降的趋势, 在 0~4 d 时间内急剧上升, 6 d 时形成峰值, 之后下降。在贮藏 6 d 时, 对照组的果实抗氧化活性为 29.6%; 45、50、55、60 °C 热水处理组的果实抗氧化活性分别为 39%、44%、36%、37%, 表明热水处理明显抑制了果实抗氧化活性的下降。

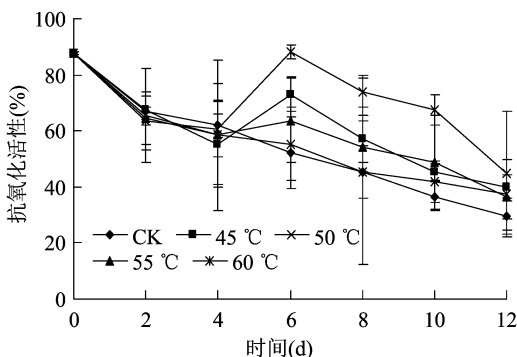


图9 不同温度处理对火龙果抗氧化活性的影响

3 结论与讨论

果实的形态特征是衡量果实外观品质的重要指标, 本试验结果表明, 热水处理可以抑制火龙果果实腐烂, 这与 Di Francesco 等在苹果上的研究结果^[20]一致, 热水处理降低了采后病菌的孢子萌发率, 减少了果实的发病率。随着贮藏时间的延长, 果实失质量率增加, 这主要是呼吸作用和水蒸腾作用的结果。相关研究表明, 热水处理可降低黄皮果实^[21]和番茄^[22]在贮藏过程中的失质量率, 本试验结果显示, 热水处理可以降低火龙果果实的失质量率, 这与 Fallik 等的研究结果^[23]相同, 他们认为, 热处理后果实表面蜡质融化将气孔堵塞, 从而降低水分蒸腾进而降低果实失质量率。果实成熟期间, TSS 含量和 pH 值的不断变化, 本试验结果表明, 热水处理可有效抑制采后火龙果果实 TSS 含量和 pH 值变化, 这与蒋依辉等的研究结果^[24-25]一致。但万鹏等研究发现, 60~100 °C 热水处理荔枝果汁 pH 值无明显变化, TSS 含量有所下降^[26]。此外在热处理技术对果实品质的影响方面, 目前国内外的研究结果不完全一致, 胡美姣等的研究结果显示, 热处理对果实糖含量、酸含量等方面没有明显影响^[27-28]。本研究结果表明, 与对照相比, 4 种温度热水处理都表现出一定的改善品质或维持品质的作用, 这可能与不同种类、品种果实对热的敏感性不同及处理的时间不同有关。50 °C 热水处理抑制了果实中超氧化物歧化酶、过氧化物酶活性的下降和 MDA 含量的上升。有试验证明, 热处理可延缓芒果果实中的 MDA 含量及细胞膜透性的增加^[29]。芮怀瑾等研究发现, 采用温度为 38 °C 的热空气处理 5 h 可以减少冷藏枇杷膜脂过氧化产物丙二醛的积累和细胞膜透性的升高^[30]。37 °C 热处理后, 黄瓜中的 SOD、过氧化氢 (CAT)、POD 活性显著高于对照^[31], 这与本试验结果一致, 表明热处理对细胞膜的脂质过氧化有抑制作用。Chen 等提出, 热处理抑制果实抗氧化活性的降低与抗氧化系统基因的表达有关^[32]。本试验结果中, 50 °C 热水处理延缓了火龙果果实花青苷含量的降解速度以及抗氧化活性的降低, 这与热水处理可以保持猕猴桃的维生素含量和良好的色泽, 热水处理葡萄的抗氧化活性远低于对照的结果^[33-34]一致。此外热处理可有效减少果实的腐烂率^[35], 王玲利等研究发现, 热处理对 SOD、POD 活性也有较好促进作用, 热处理能提高活性氧的清除能

力,减少生物体内活性氧的积累^[36]。综上所述,热水处理技术对海南红心火龙果保鲜具有一定的效果,其中 50 ℃ 热水处理 10 min 明显抑制了果实中超氧化物歧化酶和过氧化物酶活性的下降,保鲜效果最佳。

参考文献:

- [1] 郑良永. 海南岛火龙果丰产栽培技术[J]. 热带农业科学, 2004, 24(4): 36–41.
- [2] 杨洪元, 黄康晟. 火龙果红色素提取工艺及其性质研究[J]. 安徽农学通报, 2009, 15(3): 151–152, 147.
- [3] Mizrahi Y, Nerd A, Nobel P S. Cactias crops[J]. Hort Rev, 1997, 18: 291–320.
- [4] Anderson E F, Barthlott W, Brown R. The cactus family [M]. Portland, USA: Timber Press, 2001.
- [5] Merten S. A review of hylocereus production in the United States [J]. J PACD, 2003, 5: 98–105.
- [6] 袁启凤, 李仕品, 严佳文, 等. 不同贮藏温度对火龙果紫红龙可溶性蛋白质含量和抗氧化酶活性的影响[J]. 江苏农业科学, 2019, 47(2): 186–189.
- [7] 李润唐, 张映南, 李映志, 等. 火龙果引种栽培[J]. 中国南方果树, 2007(3): 35–36.
- [8] 王 静, 茅林春, 李学文, 等. 热处理降低哈密瓜果实活性氧代谢减轻冷害[J]. 农业工程学报, 2016, 32(2): 280–286.
- [9] Salazar – Salas N Y, Valenzuela – Ponce L, Vega – Garcia M O, et al. Protein changes associated with chilling tolerance in tomato fruit with hot water pre – treatment[J]. Postharvest Biology and Technology, 2017, 134: 22–30.
- [10] 王 雷, 张 华, 张蕾蕾, 等. 甜樱桃采后热空气处理抑制青霉病的工艺优化[J]. 农业工程学报, 2017, 33(6): 295–300.
- [11] 张 群, 周文化, 谭 欢, 等. 涂膜和热处理对葡萄能量和贮藏生理及品质的影响[J]. 农业工程学报, 2016, 32(9): 255–263.
- [12] 蒋元晖, 赵学源, 苏维芳, 等. 通过茎尖嫁接脱除柑橘黄龙病病原体[J]. 植物保护学报, 1987, 14(3): 162–184.
- [13] 姜淑荣, 王际轩, 刘 志, 等. 不同苹果品种和砧木的热处理脱病毒效应[J]. 山西果树, 1999(2): 7–8.
- [14] 苗洪芹, 陈巽祯, 吴和平. 草莓热处理脱毒技术研究初报[J]. 植物保护, 1992, 18(3): 20–21.
- [15] 汝学娟, 汝学玲, 尹贤贵, 等. 热处理对番茄品质和耐贮性的影响[J]. 分子植物育种, 2017, 15(2): 705–709.
- [16] 李合生, 孙 群, 赵世杰, 等. 植物生理生化实验原理和技术 [M]. 北京: 高等教育出版社, 2000.
- [17] 李 雯, 邵远志, 贾文军. 热带果蔬贮运保鲜与品质评价 [M]. 海口: 三环出版社, 2010.
- [18] Larrauri J A, Sanchez – Moreno C, Saura – Calixto F. Effect of temperature on the free radical scavenging capacity of extracts from red and white grape pomace peels[J]. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 1998, 46(7): 2694–2697.
- [19] 张 波, 赵志常, 高爱平, 等. 芒果二氢黄酮醇 4 – 还原酶 (DFR) 基因的克隆及其表达分析[J]. 分子植物育种, 2015, 13(4): 816–821.
- [20] di Francesco A, Mari M, Roberti R. Defense response against postharvest pathogens in hot water treated apples [J]. Scientia Horticulturae, 2018, 227: 181–186.
- [21] 张福平, 林晓萍. 热水处理对黄皮果实贮藏品质的影响[J]. 农业工程学报, 2009, 25(4): 299–303.
- [22] 潘秀娟, 屠 康. 采后热处理对番茄贮藏品质的影响[J]. 莱阳农学院学报, 2003, 20(4): 294–298.
- [23] Fallik E, Aharoni Y, Copel A, et al. Reduction of postharvest losses of Galia melon by a short hot – water rinse [J]. Plant Pathology, 2000, 49(3): 333–338.
- [24] 蒋依辉, 陈金印, 钟 云. 采后热处理对果实病虫害及生理生化影响概述[J]. 江西农业大学学报(自然科学版), 2002, 24(6): 893–896.
- [25] Eaks I L. Ripening, respiration and ethylene production of ‘Hass’ avocado fruit at 20 ℃ to 40 ℃ [J]. J Amer Soc Hort Sci, 1978, 103(5): 576–578.
- [26] 万 鹏, 刘 亮, 潘思轶, 等. 热处理对荔枝果汁品质的影响 [J]. 食品科学, 2010, 31(7): 22–27.
- [27] 胡美姣, 高兆银, 李 敏, 等. 热水和 1 – MCP 处理对杧果贮藏效果的影响[J]. 果树学报, 2005, 22(3): 243–246.
- [28] Vicente A R, Martínez G A, Chaves A R, et al. Effect of heat treatment on strawberry fruit damage and oxidative metabolism during storage [J]. Postharvest Biology and Technology, 2006, 40(2): 116–122.
- [29] 陆旺金, 张昭其. 季作梁热带亚热带果蔬低温贮藏冷害及御冷技术[J]. 植物生理学通讯, 1999, 35(2): 158–163.
- [30] 芮怀瑾, 尚海涛, 汪开拓, 等. 热处理对冷藏枇杷果实活性氧代谢和木质化的影响[J]. 食品科学, 2009, 30(14): 304–308.
- [31] 乔勇进, 冯双庆, 赵玉梅. 热处理对黄瓜冷害及生理变化的影响 [J]. 中外食品加工技术, 2003, 24(3): 70–71.
- [32] Chen H, Shuai H, Li J, et al. Postharvest hot air and hot water treatments affect the antioxidant system in peach fruit during refrigerated storage[J]. Postharvest Biology and Technology, 2017, 126: 1–14.
- [33] Chiabrando V, Peano C, Giacalone G. Influence of hot water treatments on postharvest physicochemical characteristics of Hayward and Jintao kiwifruit slices [J]. Journal of Food Processing and Preservation, 2018, 42(3): e13563.
- [34] 曹明明, 阎瑞香, 冯叙桥, 等. 热处理对鲜切玫瑰香葡萄抗氧化活性及生理生化品质的影响[J]. 食品科学, 2012, 33(8): 279–284.
- [35] 陈 莉, 屠 康, 潘秀娟. 采后热处理对草莓果实货架品质的影响[J]. 食品科学, 2004, 25(9): 187–191.
- [36] 王玲利, 刘 超, 曾 明, 等. 采后处理对“黄冠”梨膜脂过氧化和保护酶活性的影响[J]. 中国南方果树, 2017, 46(2): 132–136.