

热空气处理对采后梨枣软化及贮藏品质的影响

文颖强,冯嘉玥,任小林

(西北农林科技大学园艺学院,陕西杨凌 712100)

摘 要:以梨枣果实为试材,研究了热空气处理 1 h 后(5 ± 1)℃贮藏条件下对枣果软化褐变及贮藏品质的影响。结果表明,梨枣采后贮前短时间热处理能有效地保持枣果的硬度和 vC 含量,抑制抗坏血酸氧化酶活性和 PPO 活性,从而延缓果实软化与褐变。但热处理对果实可溶性固形物和有机酸含量影响不大。

关键词:梨枣;热处理;硬度;抗坏血酸氧化酶;多酚氧化酶;品质

中图分类号:S665.1

文献标识码:A

文章编号:1004-1389(2007)06-0133-04

Effect of Hot Air Treatment on Softening and Quality of Postharvest Li Jujube Fruits During Cold Storage

WEN Ying-qiang, FENG Jia-yue and REN Xiao-lin

(College of Horticulture, Northwest A & F University, Yangling Shaanxi 712100, China)

Abstract: The effect of heat air treatment on softening, browning and physiological and biochemical of postharvest Li jujube fruits during cold storage under(5 ± 1)℃ was studied. The results showed that heat treatment significantly kept flesh hardness and vitamin C content, inhibited ascorbic acid oxidase and PPO activities, slowed down the softening and browning in fruit. The effect of heat treatment on soluble solids and organic acid was not obvious.

Key words: Li jujube; Heat treatment; Flesh hardness; Ascorbic Acid Oxidase; PPO; Quality

梨枣(*Zizyphus jujuba* Mill.)果实风味好,营养价值高,但采后极易软化褐变,难以贮藏。近年来,关于梨枣的保鲜做了大量的研究工作,包括冷藏、涂膜、气调、冷冻及减压处理^[1]等,在一定程度上延长了梨枣的保鲜期,但仍未获得突破性进展,很难满足国内外市场对鲜枣贮藏保鲜的产业化要求。贮前热处理一般是指用高于果实成熟季节的温度对果实进行采后处理的一种技术,不但能调节果实生理生化代谢,延缓果实衰老^[2],而且可以控制采后病害,降低腐烂率,从而达到保鲜目的。研究表明,适当的热处理能延缓采后竹笋的木质化过程^[3],提高红富士苹果的贮藏品质^[4],抑制桃和甜樱桃的褐变^[5,6],减轻香蕉的病害^[7],控制芒果炭疽病^[8,9]、蒂腐病^[8,9]和黑斑病^[10]等。另有研究表明,热处理对采后梨枣的冷藏效

果有一定影响^[11],但热处理对鲜枣果肉软化褐变及对枣果贮藏品质的研究尚未见报道。本研究旨在利用热处理的方法延长梨枣保鲜期,满足国内外市场需求;同时探讨热处理对梨枣软化褐变的影响,以为梨枣热处理贮藏技术提供一定的理论依据。

1 材料与方法

1.1 材料

试验材料为梨枣(*Zizyphus jujuba* Mill.),于2002年10月10日采自陕西杨凌五泉乡果园。试材选择半红期(着色面30%~50%)采收,挑选大小均匀、成熟度相对一致、无虫、无伤果。于采收当日迅速运回,然后挑选装袋,按每袋1.0 kg。果实装于0.05 mm厚的聚乙烯袋中,每处理3袋,放于(5 ± 1)℃库中贮藏。24 h内于烘箱中

收稿日期:2007-06-29 修回日期:2007-08-23

基金项目:国家科技攻关项目(2001BA606A)。

作者简介:文颖强,讲师,博士研究生,主要从事果树生理和果品采后处理研究工作。Tel:029-87091327 E-mail: wen19151@163.

com

进行热空气处理。根据预实验结果,设 42℃ 热空气处理和对照(常温 22~25℃),每处理 3 个重复,各处理 1 h。热处理后果实置(5±1)℃ 库中贮藏。

1.2 测定项目及方法

热处理后每隔 7 d 定期测定有关项目。硬度测定用国产 GY21 型果实硬度计,重复 5 个枣果;每个枣果对称取 2 点,测定部位去果皮。可溶性固形物含量用手持糖量计法测定。有机酸含量测定用中和法^[12],蛋白质测定用考马斯亮蓝法^[12],vC 的测定用碘液滴定法^[12],抗坏血酸氧化酶和多酚氧化酶(PPO)活性的测定用碘液滴定法^[12]。

褐变指数测定:随机取不同处理的梨枣各 10 个,沿果核纵切,依其切面果肉褐变面积分为 5 级:0 级,无褐变;1 级,0~1/4 面积褐变;2 级,1/4~2/4 面积褐变;3 级,2/4~3/4 面积褐变;4 级,3/4~4/4 面积褐变。褐变指数=Σ(褐变级别×该级别果数)/(褐变最高级别×调查总果数)×100。

1.3 数据分析

所有的试验数据用 DPS v3.01 软件进行统计分析。

2 结果与分析

2.1 热处理对梨枣果肉硬度的影响

枣果的软化是枣果采后最主要的成熟衰老现象。梨枣采后随贮藏时间延长,果肉硬度下降。由图 1 可知,热处理与对照的枣果硬度,在贮藏前期缓慢下降,贮藏后期迅速下降,但热处理枣果硬度下降比对照较为平缓。方差分析可知,处理和对照的果肉硬度与贮藏时间呈极显著负相关($P \leq 0.01$),相关系数分别为 $r_1 = -0.94154$, $r_2 = -0.97252$;在整个贮藏阶段,处理果的果肉硬度均高于对照,两者差异达显著水平($P \leq 0.05$)。当贮藏 42 d 时,热处理与对照的枣果硬度分别为 $8.2 \text{ kg} \cdot \text{cm}^{-2}$ 和 $7.1 \text{ kg} \cdot \text{cm}^{-2}$,与刚采收时枣果硬度($14.6 \text{ kg} \cdot \text{cm}^{-2}$) 相比,热处理比对照枣果硬度的下降减少 7.54 %。因此,热处理对保持枣果硬度有一定效果。

2.2 热处理对梨枣果实采后可溶性固形物和有机酸含量的影响

可溶性固形物是反映果实品质的指标之一。图 2 显示,梨枣半红期采收时果实可溶性固形物

含量为 14.8%,在贮藏过程中,前 21 d 变化趋势平缓,从第 21 天起,可溶性固形物含量上升迅速,28 d 达到最大,为 15.8%,此后持续下降。热处理与对照差异不显著。各处理间差异也不显著。所以,热处理对果实可溶性固形物含量影响不大。

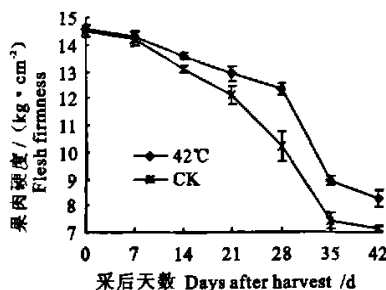


图 1 热处理对梨枣果实硬度的影响

Fig. 1 Effects of heat treatment on firmness of Li jujube fruit

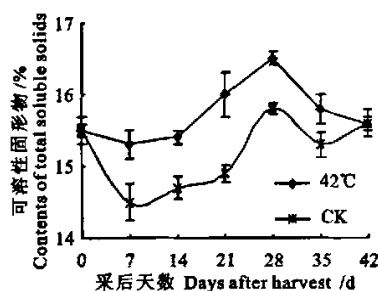


图 2 热处理对梨枣果实可溶性固形物的影响

Fig. 2 Effects of heat treatment on contents of total soluble solids

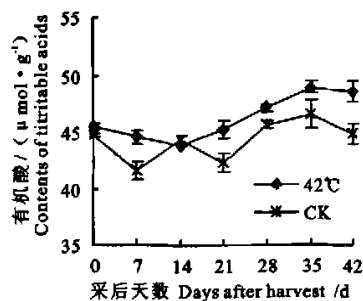


图 3 热处理对梨枣果实有机酸含量的影响

Fig. 3 Effects of heat treatment on contents of titratable acids

各种有机酸组成果实体内的酸味。在果实贮藏过程中,有机酸作为呼吸代谢的底物而不断被消耗,使果实风味变淡。从图 3 可见,半红期梨枣果实的有机酸含量在贮藏过程中,前 21 d 有升有降,变化平缓,35 d 达最大值 $46.50 \mu\text{mol} \cdot \text{g}^{-1}$,

此后逐渐下降。热处理的有机酸含量变化趋势与对照相似。只是处理果有机酸含量从 21 d 起平缓上升,但与对照差异不显著。可见,热处理对采后梨枣果实有机酸含量作用不明显。

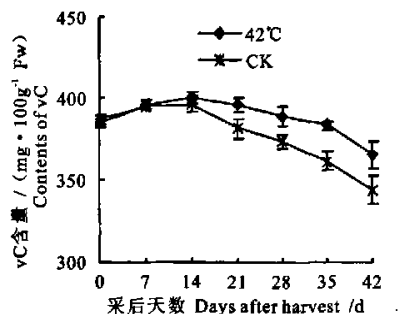


图 4 热处理对梨枣果实维生素 C 含量的影响
Fig. 4 Effects of heat treatment on contents of vC in Li jujube

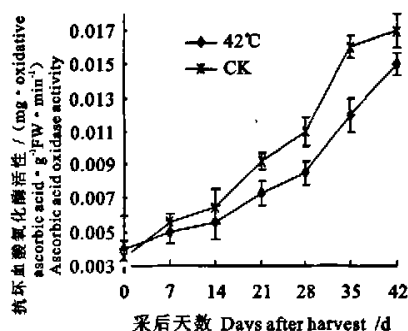


图 5 热处理对梨枣果实抗坏血酸氧化酶活性的影响
Fig. 5 Effects of heat treatment on ascorbic acid oxidase activity of Li jujube fruit

2.3 热处理对梨枣果实 vC 含量和抗坏血酸氧化酶活性的影响

vC 含量的高低是枣果品质好坏的重要标志之一。梨枣采后贮藏中, vC 含量前期略有上升, 然后开始下降(图 4), 可能是在贮藏前期枣果需要进一步成熟, 发生了营养转化。随着枣果的衰老软化, vC 含量会迅速下降(图 4), 贮藏末期与初期 vC 含量差异达显著水平($P \leq 0.05$)。采收初期及贮藏过程中处理果的 vC 含量均高于对照果, 在贮藏末期处理果与对照果的 vC 含量差异达显著水平。刚采收时, 梨枣 vC 含量为 386.89 mg/100g FW。处理果贮藏结束后 vC 含量仍保持 95%, 与对照差异显著($P \leq 0.05$)。说明热处理能在一定程度上避免 vC 被氧化分解, 从而保持较高 vC 含量, 较好地保持果实营养价值。

图 5 表明, 在贮藏前期, 枣果抗坏血酸氧化

酶活性较高, 随后开始下降, 这也许是枣果在贮藏过程中 vC 含量迅速下降的原因。在贮藏期间, 热处理果酶的活性始终低于对照, 两者差异显著($P \leq 0.05$)。已有研究表明, vC 含量与抗坏血酸氧化酶活性呈显著负相关^[13], 这与图 4 vC 含量变化趋势相似。

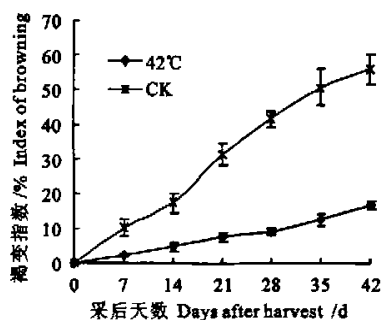


图 6 热处理对梨枣果实褐变指数的影响
Fig. 6 Effects of heat treatment on index of browning of Li jujube fruit

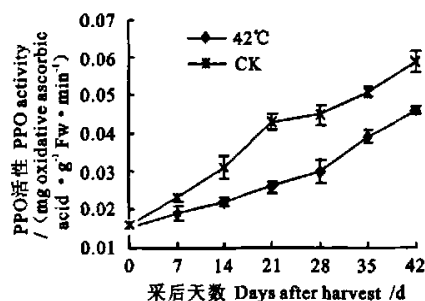


图 7 热处理对梨枣果实多酚氧化酶活性的影响
Fig. 7 Effects of heat treatment on PPO activity of Li jujube fruit

2.4 热处理对梨枣果实褐变的影响

梨枣采后果肉容易褐变。由图 6 可知, 采后梨枣的褐变指数呈上升趋势, 前 14 d, 处理和对照的褐变指数的变化幅度比较小, 14 d 后对照的褐变指数急剧上升, 处理和对照之间的差异极显著($P \leq 0.01$)。果蔬在贮藏过程中, 其褐变程度也是影响贮藏品质的关键理化指标之一。由于酶促褐变是由于 PPO 将底物酚氧化成醌, 由醌聚合形成有色化合物所致, 所以, PPO 活性的高低可以反映出枣果发生褐变的程度。处理果和对照果采收时 PPO 活性均处于较低水平, 随贮藏时间延长 PPO 活性逐渐升高(图 7)。枣果软化褐变的加重与 PPO 活性升高直接相关。贮藏过程中对照果 PPO 活性均高于处理果。这说明热处理能抑制枣果的 PPO 活性, 从而抑制果肉褐变进程。

3 讨论与结论

3.1 热处理对梨枣果实软化褐变的影响

有关采后热处理在香蕉、苹果、桃、竹笋、甜樱桃上可延缓果实软化与褐变的应用研究已有报道^[2~6],但对其生理生化机理尚不清楚。研究表明,枣果采后的软化褐变除了与 PG、PE、保护酶等指标有关外,还与抗坏血酸氧化酶活性和 PPO 活性有关^[13]。本试验结果表明,梨枣的抗坏血酸氧化酶活性与 vC 含量呈显著负相关,在果实衰老过程中,抗坏血酸氧化酶活性急剧升高, vC 含量迅速下降。PPO 活性随枣果的成熟衰老逐渐上升,在贮藏末期果肉软化褐变时达到最高值, PPO 活性与鲜枣果肉软化褐变呈显著性相关。这说明抗坏血酸氧化酶活性和 PPO 活性与枣果的软化褐变和耐藏性密切相关。抗坏血酸氧化酶是一种含铜蛋白质,在其作用下 vC 被氧化转变为脱氢 vC。PPO 是植物体内普遍存在的一类末端氧化酶,它催化酚类化合物氧化为醌类,最终导致褐变发生。当组织中的抗坏血酸氧化酶活性和 PPO 活性较高时,果实易发生软化和褐变,因此,在贮藏中保持较低的酶活性对抑制枣果的软化褐变和延长贮藏寿命非常有利。本试验表明,热处理能明显抑制梨枣果实的 PPO 活性和抗坏血酸氧化酶的活性,抑制 vC 损失,抑制 PPO 催化酚类化合物氧化为醌类的过程,从而抑制了枣果的果肉褐变进程。

3.2 热处理对梨枣果实采后品质的影响

贮前热处理可抑制果实贮藏过程中的腐烂,减少水分散失。但对果实可溶性固形物、有机酸含量影响不大,不改变果实的风味。这在桃^[8]、苹果^[4]、甜樱桃^[14]等果实中已有报道。本试验结果与此类相似。大枣中 vC 含量高达 400~600 mg/100 g FW^[15],比号称“vC 之王”的猕猴桃高 4~6 倍。因此,可以把 vC 损失率作为检验枣果贮藏品质的重要指标之一。试验结果也说明,热处理能在一定程度上避免 vC 被氧化分解,保持较高 vC 含量。这一方面对保持果实的品质有重要作用,另一方面对由活性氧代谢引起的果实衰老具有延缓作用。vC 是一种重要的清除活性氧的抗氧化剂,其含量越高,清除活性氧的能力越强,越能减少因活性氧带来的伤害,有利于延缓衰老。热处理抑制 vC 含量下降是通过抑制抗坏血酸氧化酶的活性来实现的。另外,枣果的硬度既是鲜

脆度的直接反映,又是 vC 等营养成分损失率的间接指标,因此,贮藏中延缓梨枣的硬度下降对于提高梨枣的商品品质和营养价值有一定的积极作用。鲜枣采后贮前短时间热处理能抑制抗坏血酸氧化酶活性和 PPO 活性,从而延缓果实软化与褐变。同时,热处理抑制 vC 的降解,提高果实耐贮性,但对可溶性固形物和有机酸含量影响不大。

参考文献:

- [1] 薛梦林,张继澍,张平,等.减压对冬枣采后生理生化变化的影响[J].中国农业科学,2003,36(2):196~200.
- [2] 胡美姣,李敏,高兆银,等.热处理对果蔬采后品质及病虫害的影响[J].果树学报,2005,22(2):143~148.
- [3] 罗自生,席瑞芳,傅国柱,等.竹笋采后热处理对细胞壁组分和水解酶活性的影响[J].园艺学报,2002,29(1):43~46.
- [4] 陈莉,屠康,王海,等.采用响应曲面法对采后红富士苹果热处理条件的优化[J].农业工程学报,2006,22(2):159~163.
- [5] Li Liping, Han Tao. Storage response of 'OKUBA' peaches after heat shock treatment [J]. Acta Horticulture, 1998,464:315~319.
- [6] 刘尊英,曾名勇,董士远,等.热水结合维生素 C 处理对甜樱桃果实褐变的控制研究 [J]. 农业工程学报,2005,21(7):149~152.
- [7] 陈丽,朱世江,朱虹,等.热水处理减轻采后香蕉病害的效果及其机理探讨 [J]. 农业工程学报,2006,22(8):224~229.
- [8] Miller W R, McDonald R E, Sharp J L. Quality changes during storage and ripening of 'Tommy Atkins' mangoes treated with heated forced air [J]. HortScience, 1991, 26:395~397.
- [9] Esguerra E B, Valerio T, Raya R F, Lizada M C C. Efficacy of different heat treatment procedures in controlling diseases of mango fruits [J]. Acta Horticulturae, 2004, 645: 551~556.
- [10] Prusky D, Fuchs Y, Kobiler I, et al. Effect of hot water brushing, prochloraz treatment and waxing on incidence of black spot decay caused by *Alternaria alternata* in mango fruits [J]. Postharv Biol Technol, 1999, 15: 165~174.
- [11] 文颖强,任小林,马锋旺,等.热处理对梨枣果实冷藏效果和品质的影响[J].西北农业学报,2002,11(4):81~83.
- [12] 高俊凤.植物生理学实验技术[M].西安:世界图书出版公司,2000,129~132.
- [13] 寇晓虹,王文生,吴彩娥,等.鲜枣冷藏过程中生理生化变化的研究[J].中国农业科学,2000,33(6):44~49.
- [14] Lurie S, Klein J D, Arie R B. Prestorage heat treatment delays development of superficial scald on Granny Smith apples [J]. HortScience, 1991, 26(2): 166~67.
- [15] 甘霖,谢永红,吴正琴,等.‘嘉平大枣’果实发育过程中糖、酸及维生素 C 含量的变化[J].园艺学报,2000,27(5):317~320.

作者: [文颖强](#), [冯嘉玥](#), [任小林](#), [WEN Ying-qiang](#), [FENG Jia-yue](#), [REN Xiao-lin](#)
作者单位: [西北农林科技大学园艺学院, 陕西杨凌, 712100](#)
刊名: [西北农业学报](#) [ISTIC](#) [PKU](#)
英文刊名: [ACTA AGRICULTURAE BOREALI-OccIDENTALIS SINICA](#)
年, 卷(期): 2007, 16(6)
被引用次数: 8次

参考文献(15条)

1. [薛梦林, 张继澍, 张平, 王莉](#) 减压对冬枣采后生理生化变化的影响[期刊论文]-[中国农业科学](#) 2003(2)
2. [胡美姣, 李敏, 高兆银, 杨凤珍](#) 热处理对果蔬采后品质及病虫害的影响[期刊论文]-[果树学报](#) 2005(2)
3. [罗自生, 席巧芳, 傅国柱, 吕春霞](#) 竹笋采后热处理对细胞壁组分和水解酶活性的影响[期刊论文]-[园艺学报](#) 2002(1)
4. [陈莉, 屠康, 王海, 赵艺泽](#) 采用响应曲面法对采后红富士苹果热处理条件的优化[期刊论文]-[农业工程学报](#) 2006(2)
5. [Li Liping; Han Tao](#) Storage response of 'OKUBA' peaches after heat shock treatment 1998
6. [刘尊英, 曾名勇, 董士远, 杜亚楠](#) 热水结合维生素C处理对甜樱桃果实褐变的控制研究[期刊论文]-[农业工程学报](#) 2005(7)
7. [陈丽, 朱世江, 朱虹, 黄述平, 黄婷](#) 热水处理减轻采后香蕉病害的效果及其机理探讨[期刊论文]-[农业工程学报](#) 2006(8)
8. [Miller W R; McDonald R E; Sharp J L](#) Quality changes during storage and ripening of 'Tommy Atkins' mangostreated with heated forced air 1991
9. [Esguerra E B; Valerio T; Raya R F; Lizada M C C](#) Efficacy of different heat treatment procedures in controlling diseases of mango fruits 2004
10. [P rusky D; Fuchs Y; Kobiler I](#) Effect of hot water brushing, prochloraz treatment and waxing on incidence of black spot decay caused by *Alternaria alternata* in mango fruits 1999
11. [文颖强, 任小林, 马锋旺, 冯嘉玥](#) 热处理对梨枣果实冷藏效果和品质的影响[期刊论文]-[西北农业学报](#) 2002(4)
12. [高俊凤](#) 植物生理学实验技术 2000
13. [寇晓虹, 王文生, 吴彩娥, 郭平毅](#) 鲜枣冷藏过程中生理生化变化的研究[期刊论文]-[中国农业科学](#) 2000(6)
14. [Lurie S; Klein J D; Arie R B](#) Prestorage heat treatment delays development of superficial scald on Granny Smith apples 1991(02)
15. [甘霖, 谢永红, 吴正琴, 夏先强](#) '嘉平大枣' 果实发育过程中糖、酸及维生素C含量的变化[期刊论文]-[园艺学报](#) 2000(5)

本文读者也读过(10条)

1. [王亚, 郁志芳, 章镇, 侯田莹, 李妍, 宋雯雯](#) 贮藏前热处理对丰水梨果实贮藏品质的影响[期刊论文]-[江苏农业科学](#) 2006(4)
2. [刘冰雁, 朴宇, 朴永振, 王亮, Liu Bing-yan, PIAO Yu, PIAO Yong-zhen, Wang Liang](#) 采后热处理和钙处理对苹果梨果实呼吸强度的影响[期刊论文]-[黑龙江农业科学](#) 2008(6)
3. [刘冰雁, 曲柏宏](#) 热和钙处理对苹果梨果实贮藏效应的研究[期刊论文]-[北方园艺](#) 2006(5)
4. [颜志梅, 杨青松, 蔺经, 李晓刚, 盛宝龙, 常有宏, Yan Zhi-mei, Yang Qing-song, Lin Jing, Li Xiao-gang, Sheng](#)

Bao-long, CHANG You-hong 采后热处理对“翠冠”梨果实货架期品质的影响[期刊论文]-江西农业大学学报
2007, 29(5)

5. 潘俨, 车凤斌, 张惠玲, 肖雷, 胡柏文, 李萍, 张婷, PAN Yan, CHE Feng-bin, ZHANG Hui-ling, XIAO Lei, HU Bai-wen, LI Ping, ZHANG Ting 不同CO2和O2比例对新疆梨枣采后生理和贮藏效果的影响[期刊论文]-新疆农业科学
2010, 47(6)

6. 张小红, 赵依杰, 潘东明, 林航, ZHANG Xiao-hong, ZHAO Yi-jie, PAN Dong-ming, LIN Hang 琯溪蜜柚果实成熟期有机酸代谢研究[期刊论文]-江西农业学报2009, 21(3)

7. 刘冰雁, 徐炯达, 朴宇, 王亮, 王立平, LIU Bing-yan, XU Jiong-da, PIAO Yu, WANG Liang, WANG Li-ping 采后热处理和钙处理对苹果梨果实组织衰老的影响[期刊论文]-延边大学农学报2010, 32(3)

8. 徐炯达, 刘冰雁, 朴宇, 朴成日, 李美兰, 高文浩, XU Jiong-da, LIU Bing-yan, PIAO Yu, PIAO Cheng-ri, LI Mei-lan, GAO Wen-hao 采后热处理和钙处理对苹果梨主要保护酶的影响[期刊论文]-北方园艺2008(10)

9. 吴彩娥, 王文生, 寇晓虹, 梁丽雅 CaCl2和6-BA溶液处理对枣果软化褐变及相关酶活性的影响[期刊论文]-农业工程学报2001, 17(5)

10. 廖朝阳 南酸枣与北酸枣[期刊论文]-湖南林业2009(3)

引证文献(8条)

1. 杨艾青, 艾启俊, 张霞 微波处理用于采后番茄保鲜效果研究初探[期刊论文]-食品工业科技 2010(01)
2. 陈莉, 郝浩永, 程朝霞, 张伟峰 采后热处理和冷藏对番茄生理的影响[期刊论文]-农业与技术 2009(01)
3. 郝浩永, 陈莉, 张伟峰 采后热处理对番茄保鲜效果的影响[期刊论文]-农业与技术 2009(01)
4. 赵云峰, 吴丽珍, 单杰, 谈明蕾 热处理对茄子采后冷害及品质的影响[期刊论文]-现代食品科技 2009(09)
5. 郝浩永, 张伟峰, 陈莉 采后氯化钙和热处理对番茄保鲜效果的比较分析[期刊论文]-湖北农业科学 2010(04)
6. 王海蓝, 李雪萍, 陈维信, 陆旺金 鲜枣贮藏保鲜技术研究进展[期刊论文]-农产品加工·学刊 2010(07)
7. 刘延娟 “皖翠”猕猴桃热处理保鲜机理研究[学位论文]硕士 2010
8. 辛兵兵 三种保鲜处理对砂糖橘保鲜效果的研究[学位论文]硕士 2014

引用本文格式: 文颖强, 冯嘉玥, 任小林, WEN Ying-qiang, FENG Jia-yue, REN Xiao-lin 热空气处理对采后梨枣软化及贮藏品质的影响[期刊论文]-西北农业学报 2007(6)