

# 热处理对果蔬采后贮藏特性的影响

田维娜,曾凯芳\*

(西南大学食品科学学院,重庆 400715)

**摘要:** 热处理是一种无毒、无农药的果蔬保鲜方法,相关领域的研究变得相当活跃。本文就采后热处理对果蔬生理生化的影响、贮藏品质保持及病虫害防治的有关研究做一概述。热处理能抑制果蔬呼吸强度、乙烯生成及相关酶活性,促进果蔬保持色泽和硬度,有效防治冷害、病虫害发生。

**关键词:** 热处理,果蔬,贮藏特性

**Abstract:** The research and practice field of the application of heat treatment to vegetable and fruit storage were reviewed, including the effects of heat treatment on vegetable and fruit storage quality and post-harvest physiology and biochemistry. Post-harvest insect pest and disease prevention were also interpreted. The heat treatment can inhibit the respiration rate, ethylene production and relevancy enzyme activity of fruits and vegetables, promote color and texture retain. Meanwhile, heat treatment can reduce chilling injury, insect pest and disease effectively of fruits and vegetables.

**Key words:** heat treatment; fruit and vegetable; storage characteristic

中图分类号:TS255.3 文献标识码:A

文章编号:1002-0306(2007)12-0190-04

近年来,随着人们生活水平的提高以及绿色食品的普及,人们对新鲜果蔬品质的要求也越来越高。从果蔬保鲜效果以及投入与产出的效益来说,化学保鲜剂具有明显的优势,但是化学保鲜剂的残留问题备受质疑,且使用种类、剂量、时间将受到严格限制,如何选择高效、无毒的保鲜技术来替代化学保鲜剂是果蔬保鲜亟待解决的重要课题之一。果蔬贮藏前的热处理是指利用果蔬的热学特性和其它物理化学特性,在贮藏前将果蔬置于热水、热空气、热蒸发、

热辐射等热的环境中,处理一定的时间,以延长果实的保鲜期。热处理以其无化学残留、安全高效、简便易行,耗能低,无污染等优点被人们看好,认为是一种有前途的果蔬短期贮藏措施,已成为研究热点。本文就采后热处理对果蔬产生的一系列生理生化变化、贮藏品质及病虫害防治的影响进行了综述。

## 1 热处理对果蔬采后生理生化的影响

### 1.1 对呼吸强度的影响

一般而言,热处理初始时果实释放  $\text{CO}_2$  量受热刺激而增大,且温度越高对呼吸的刺激越大,但高于临界温度时,呼吸强度不再上升,反而下降。Mitcham 和 Donald 的研究显示,43~48℃ 热处理后的芒果,开始其呼吸强度迅速增高,贮藏后期呼吸强度与未经处理的果实相当,且热处理将芒果的呼吸峰推迟了 2d<sup>[1]</sup>。另一种情况是,热处理后的果实呼吸速率抑制效果显著。但热处理只是影响呼吸速率的大小,并没有导致呼吸跃变。Steiner 等研究发现,鲜切桃经过 40℃、50、70、120min 的轻微热处理,其呼吸速率明显减少,且热处理的强度越大,呼吸速率越低<sup>[2]</sup>。

### 1.2 对乙烯释放的影响

1-氨基环丙烷-1-羧酸氧化酶(1-aminocyclopropane-1-carboxylate oxidase, ACO)和1-氨基环丙烷-1-羧酸合成酶(1-aminocyclopropane-1-carboxylate synthase, ACS)是控制乙烯合成的两种关键酶,研究发现,高于 36℃ 时 ACS 和 ACO 迅速失活,因而多数果实 在 35℃ 或更高的温度下乙烯的产生近乎停止。Ketsa 等的研究表明,芒果经 38℃ 的热空气处理 3d,再转入 20℃ 贮藏,其乙烯合成受到抑制,且乙烯合成受到的抑制是由 ACS 和 ACO 的活性受到抑制引起的,在整个热处理的过程中 ACO 的活性都受到抑制,而 ACS 的活性只是部分受到抑制<sup>[3]</sup>。乙烯产量的下降不是由于 1-氨基环丙烷-1-羧酸(1-aminocyclopropane-1-carboxylic acid, ACC)的缺乏,而是 ACC 向乙烯的转化在很大程度上受高温抑制的结果。如 Yu 等发现,苹果在 25~40℃ 范围内,ACC 含量随着温度的上升而逐渐增加,但乙烯释放量在 30℃ 以上则大幅度下降<sup>[4]</sup>。乙烯合成的抑制

收稿日期:2007-08-28 \* 通讯联系人

作者简介:田维娜(1981-),女,硕士研究生,研究方向:食品科学。

是可逆的,当果实的热处理完成时,乙烯的合成的抑制也可被解除,这种现象在呼吸跃变型果实上很普遍。热处理后的番木瓜、苹果、甜瓜和芒果其 ACO 的活性在热处理完成后的 3d 即可以完全恢复<sup>[5]</sup>。热处理期间和热处理后果实乙烯变化与热处理的温度、时间以及处理后贮藏条件有密切关系。Budde 等研究发现,短时热水浸泡的桃,其乙烯产量并无明显变化,但长时间的热空气处理,桃的乙烯产量有所增加<sup>[6]</sup>。

### 1.3 对电解质渗出率和丙二醛(MDA)含量的影响

果蔬采后贮藏过程中易造成果实组织电解质渗出率和膜透性的增加,膜透性的增加将引起膜脂过氧化产物丙二醛(MDA)含量的增加。热处理对果蔬电解质渗出率和 MDA 含量也有影响。采后芦笋组织中 MDA 呈上升趋势,而贮藏 8d 时热处理的石刁柏 MDA 上升速度较对照缓慢<sup>[7]</sup>。细胞膜是控制细胞内外物质交换的门户,细胞膜结构和功能的正常与否在一定程度上反映了细胞结构和功能的完整性。鲜切葡萄果粒在贮藏初期,热处理果实与对照的细胞膜透性无明显差异。但经短期适应后,适宜的热空气处理显著降低细胞膜透性和 MDA 含量的增加,即减弱了膜脂的过氧化作用。但热处理温度和时间不适宜,则不会减弱膜脂的过氧化作用,将导致果实迅速软化腐烂<sup>[8]</sup>。

### 1.4 对蛋白质合成及基因表达的影响

当果实受到高于正常生长温度 8-10℃ 的热刺激时,蛋白质水平上的应答具体表现为:大部分正常蛋白质的合成和 mRNA 的转录被抑制,同时一些新的蛋白质被诱导出来,这些蛋白称为热激蛋白(HSP)<sup>[9]</sup>。这种变化是植物组织适应环境进行基因表达的结果,细胞膜尤其是膜脂上具有感温体系,接受高温后释放某种诱剂,诱导热激蛋白的合成,产生植物体组织或细胞的结构变化及化学成分变化,形成机械和化学屏障,提高热激材料的免疫力。将经 38℃ 热空气处理 24h 的芒果在 20℃ 下放置 4d,热处理诱导产生的 7 个热激蛋白还有 3 个继续存在;38℃ 热空气处理 3d 后在 2℃ 下贮藏 11d,热激诱导的新蛋白还有 4 个存在,与 2℃ 冷藏 11d 的对照相比,多 8 个多肽<sup>[10]</sup>。高温热处理改变了果实的某些与成熟有关的基因的表达,以致蛋白质的合成,其中包括一些与成熟有关的酶类也改变,进而抑制或加速了某些依赖蛋白质的合成才能进行的过程。

### 1.5 对果蔬其他酶活性的影响

热处理可以影响多酚氧化酶(PPO)、过氧化物酶(POD)、超氧化物歧化酶(SOD)等酶的活性。45℃ 热处理较好的抑制了莲藕表皮 PPO 和 POD 活性的升高,提高了细胞的保护酶 CAT 的活性<sup>[11]</sup>。而经热处理的轻度加工葡萄粒贮藏 15d 后其保护酶类 POD、CAT 和 SOD 活性均高于对照<sup>[8]</sup>。热处理可以提高黄瓜冷藏过程中 SOD 酶的活性,提高低温条件下膜的稳定性和清除自由基的能力,且 37℃ 热处理

后黄瓜中的 CAT 和 POD 活性显著高于对照<sup>[12]</sup>。热处理后的草莓其 POD 的活性有些许增加,SOD 的活性在热处理的初始阶段并没有明显的变化<sup>[13]</sup>。

## 2 热处理对果蔬采后贮藏品质的影响

### 2.1 热处理与果实色泽的影响

果实表皮色泽及叶绿素含量是果实成熟和衰老的标志,热处理可减少果实的叶绿素含量,结果导致果实变色,如:采用不同双温热处理组合热浸处理采后西兰花,在商业贮运温度条件(5℃)下贮藏 10d,转到货架温度条件(20℃)下贮藏 3d 后,与对照相比双温热处理对西兰花黄化和叶绿素损失的抑制作用非常明显<sup>[14]</sup>。Lurie 和 Klein 认为这种结果支持了这样一种观点:高等植物中有两种不同的叶绿素缓和机制,其中一种是被高温催化的<sup>[4]</sup>。对于鲜切产品而言,热处理较好地保持了切片的色泽,防止果实切片的褐变,如:热处理可以有效防止鲜切猕猴桃<sup>[6]</sup>和鲜切梨<sup>[15]</sup>的褐变。

### 2.2 热处理对果蔬硬度的影响

果实硬度是果实品质的重要指标之一,绝大多数果蔬经过适度热处理后在贮藏期都保持了较高的硬度,但也有热处理促进果实软化的报道。一般认为果实硬度受其直接相关的多聚半乳糖醛酸酶(PG)的影响,通常果蔬贮藏期间,PG 活性上升,导致原果胶逐步降解,水溶性果胶增加,果蔬组织软化,热处理对果实硬度的影响与果皮所含果胶含量以及细胞壁水解酶的活性有关。梨枣果实采后原果胶含量下降,可溶性果胶含量增加,PG 活性呈下降趋势,而 34、42℃ 的热处理比对照 PG 活性下降的幅度更大,延缓了原果胶向可溶性果胶的转化,从而推迟了梨枣的软化<sup>[16]</sup>。随着热激处理时间的延长,火龙果果实的 PG 活性和 PE 活性在贮藏期间均逐渐降低,且火龙果果实的硬度与热处理的温度及贮藏的时间有关<sup>[17]</sup>。

### 2.3 热处理对果蔬冷害的影响

热带、亚热带果蔬对低温较敏感,容易出现低温伤害,研究表明热处理能防止或减轻冷敏果实在低温下贮藏的冷害发生。采后 53℃,2min 的热水浸泡或 60℃,30s 的热水喷淋处理后的葡萄柚可以减少冷害的发生<sup>[18]</sup>。热水和热空气处理均能有效地防止鳄梨冷害的发生,其中用 38℃ 的热空气处理鳄梨 6h,然后在 0℃ 贮藏,可以很大程度上抑制冷害,而 50℃ 短时(0.5h)的热水处理一样能有效地防止鳄梨冷害的发生<sup>[19]</sup>。热处理的温度和时间确定是热处理减轻冷害发生的关键,减轻冷害的热处理方式大多是低温长时。如果处理温度过低、过高或时间过短,非但达不到减轻冷害的效果,反而会造成果蔬的高温伤害。适当的热浸处理能降低采后苦瓜的低温敏感性,其中 42℃ 热浸处理的苦瓜在 4℃ 下贮藏 8d 未观察到冷害症状;而 50℃ 热浸处理导致苦瓜在贮藏期间冷害发生严重,热浸处理提高采后苦瓜抗冷性、延长保鲜期的关键是选择好适当的热浸温度和时

间<sup>[20]</sup>。关于热处理减轻果蔬冷害的机理目前尚不清楚,许多研究表明,果蔬冷害与低温下活性氧代谢失调,启动膜脂过氧化有关。热处理通过增加番茄亚精胺(spd)和精胺(spm)含量,促进游离多胺向结合多胺转变,和提高抗氧化酶的活性,来保持细胞膜的稳定,减轻番茄冷害<sup>[21]</sup>。朱世江研究表明,芒果的抗冷性不仅与热稳定蛋白的数量有关,更与热稳定蛋白产生时芒果所处的温度条件有关,且热处理不同时间诱导的热激蛋白组分差异是抗冷性差异的基础<sup>[10]</sup>。

### 3 热处理对果蔬病虫害的影响

果实采收后在高温下处理可以防治果实采后的病虫害,减少果实腐烂,改善果实品质。苹果接种霉菌后再进行热处理(38℃,96h),无论是0℃还是20℃下放置,均未发现腐烂,大大减少了贮藏期间灰霉病和青霉病的发生<sup>[21]</sup>。将热处理用于葡萄采收后灰霉病<sup>[22]</sup>、凤梨褐腐病<sup>[24]</sup>也可奏效。拮抗酵母结合热处理可以有效的防治桃果实由青霉菌引起的果实腐烂<sup>[25]</sup>。热对病原物的直接影响表现为降低病原物的生活力或将其杀死,热不仅影响菌丝体的代谢活动,而且也影响致病力。热处理诱导抗病性的效果与热处理时间的长短有关。

### 4 结语

热处理因其能抑菌防霉,延缓生理活性,同时无化学残留,安全性高,简便有效等特点,被广泛运用于采后果蔬保鲜贮藏中。但热处理也有不足之处,值得指出的是,它是一种有潜在破坏性的物理方法,使用不当会引起果实失水和变色等伤害,且热处理中的影响因素很多,不同果树种、品种和不同成熟度的果实对热处理的要求不同,热处理的方法、温度高低和时间长短也各异,且操作成本相对较高,不利于工厂化处理,所有这些均是影响热处理技术普及和应用的障碍,因此,热处理方法大规模应用于果实贮藏还需作深入细致的研究。此外,热处理单独使用很难取得令人满意的保鲜效果,热处理同其他保鲜技术结合使用将有更广泛的应用前景。当然,进一步改进与完善热处理方法和设施,使操作更加科学化、合理化,才能使此技术在商业上最终得以广泛应用。

#### 参考文献:

[1] Paull RE, Chen NJ. Heat treatment and fruit ripening[J]. *Postharvest Biology and Technology*, 2000, 21: 21~37.  
 [2] Steiner A, Abreu M, Correia L, et al. Metabolic response to combined mild heat pre-treatments and modified atmosphere packaging on fresh-cut peach[J]. *European Food Research Technology*, 2006(222): 217~222.  
 [3] Ketsa S, Chidtragool S, Klein JD, et al. Ethylene synthesis in mango fruit following heat treatment[J]. *Postharvest Biology and Technology*, 1999, 15: 65~72.  
 [4] 陈金印, 吴友根. 采后热处理与果实贮藏[J]. *植物生理学通讯*, 2003, 39(1): 83~88.

[5] Paull RE, Chen NJ. Heat treatment and fruit ripening[J]. *Postharvest Biology and Technology*, 2000, 21: 21~37.  
 [6] Beirao-da-Costa S, Steiner A, Correia L, et al. Effects of maturity stage and mild heat treatments on quality of minimally processed kiwifruit[J]. *Journal of Food Engineering*, 2006, 76: 616~625.  
 [7] 罗自生, 徐维娅, 席均芳. 热处理对石刁柏的保鲜效果[J]. *中国蔬菜*, 2001(3): 20~21.  
 [8] 寇莉萍, 刘兴华, 黄彦博, 等. 热水处理对轻度加工葡萄粒保护酶活性和膜脂过氧化的影响[J]. *中国食品学报*, 2006, 6(4): 111~115.  
 [9] 刘洪涛, 黄卫东, 郝燕燕. 果实对高温逆境的响应及其信号转导机理[J]. *中国食品学报*, 2004, 4(2): 95~99.  
 [10] 朱世江. 芒果采后热处理诱导抗冷性的生理生化机理研究(博士学位论文)[D]. 广州: 华南农业大学, 2001.  
 [11] 项丽霞. 热处理、半胱氨酸、赤霉素、真空处理对莲藕品质及表皮褐变的影响(硕士学位论文)[D]. 武汉: 华中农业大学, 2006.  
 [12] 乔勇进, 冯双庆, 赵玉梅. 热处理对黄瓜贮藏冷害及生理生化的影响[D]. *中国农业大学学报*, 2003, 8(1): 71~74.  
 [13] Vicente AR. Effect of heat treatment on strawberry fruit damage and oxidative metabolism during storage[J]. *Postharvest Biology and Technology*, 2006, 40: 116~122.  
 [14] 董华强, 宁正祥, 汪跃华, 等. 双温热处理对西兰花采收后贮藏品质的影响[J]. *食品科学*, 2005, 26(12): 231~234.  
 [15] Abreu M, Beirao-da-Costa S, Goncalves EM, et al. Use of mild heat pre-treatments for quality retention of fresh cut 'Rocha' pear[J]. *Postharvest Biology and Technology*, 2003, 30: 153~160.  
 [16] 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.  
 [17] Hoa TT, Clark CJ, Waddell BC, et al. Postharvest quality of Dragon fruit (*Hylocereus undatus*) following disinfesting hot air treatments[J]. *Postharvest Biology and Technology*, 2006, 41: 62~69.  
 [18] Porat R, Pavoncello D, Peretz J, et al. Effects of various heat treatments on the induction of cold tolerance and on the postharvest qualities of 'Star Ruby' grapefruit[J]. *Postharvest Biology and Technology*, 2000, 18: 159~165.  
 [19] Woolf AB, Bowen JH, Ball S, et al. A delay between a 38℃ pretreatment and damaging high and low temperature treatments influences pretreatment efficacy in 'Hass' avocados[J]. *Postharvest Biology and Technology*, 2004, 34: 143~153.  
 [20] 董华强, 蒋跃明, 汪跃华, 等. 苦瓜采后热处理对其抗冷性的影响[J]. *农业工程学报*, 2005, 21(5): 186~188.  
 [21] 肖红梅. 贮藏前热处理减轻番茄冷害机理的研究(博士学位论文)[D]. 南京: 南京农业大学, 2003.  
 [22] 赵艺泽, 屠康, 潘秀娟, 等. 采后热处理对红富士苹果青霉病和灰霉病的控制[J]. *食品与发酵工业*, 2004, 30(12):

(下转第184页)

无菌水供给装置以及无菌空气供给装置等构成的。

### 3 无菌填充法的卫生管理

关于在无菌填充系统的卫生管理,各个制造工序和微生物的关联很重要。在新产品的设计开发和调试时,产品的规格、性状、组成成分、pH、Aw(水分活性)、原材料、制造设备、制造工艺、杀菌条件的设定等非常重要,直接影响着产品的品质、稳定性和安全性。

#### 3.1 原材料

由于使用了各种的原材料,其品质、新鲜度、微生物污染等的问题是存在的,使用优良品质且形成变败原因的微生物污染少的原材料是很重要的。对于加热销售的产品,还会有耐热性高温性细菌的污染问题。

#### 3.2 调制调和工序

将原材料分别调制调和好,检查和调整调和液的糖度、酸度、pH、色调、风味等。

#### 3.3 内容物的杀菌工序

内容物采用 HTST 杀菌或 UHT 杀菌。因为是高温短时间杀菌,所以食品的品质劣化、维他命及其他的营养成分等生物化学的变化也少。

#### 3.4 瓶的杀菌

瓶子可通过用过氧化氢、过醋酸等杀菌剂杀菌,使用无菌水洗净。

#### 3.5 填充装置

杀好菌的内容物在无菌的环境下填充到杀菌好了的瓶子中,再用杀菌好的瓶盖无菌密封。填充到瓶子后就没有杀菌的工序,因此容器等的污染会是内容物变败的原因。无菌灌装系统的大前提是确实地保持无菌性。

#### 3.6 产品检查

将无菌填充并密封好的瓶子的瓶口洗净,贴上标签,通过检查机,印上印字,装箱,装上货盘出厂。通过预测而控制从原材料到制造工序、最终产品的保管、维持为止的所有过程中的危害,必须确保产品的安全性。在酸性饮料中霉类引起质量问题较多,

在弱酸性饮料中除了霉以外,还会有细菌等问题。加热售货时,应对高温性细菌的对策也很重要。

#### 3.7 卫生管理

在无菌灌装中,卫生管理和品质管理极其重要,必须确保维持从产品开发、制造到消费为止的所有环节的无菌性,还需要确保安全性、健全性、卫生性和优良的品质。

今后,无菌填充系统将越来越被广泛地导入和使用,还有应用于加热销售的产品趋势,所以必须周密地考虑变败及其他事故的预防对策。

### 4 无菌灌装产品的微生物风险

PET 瓶饮料的无菌灌装是将杀好菌的内容物无菌地填充到杀菌好了的瓶子中,再用杀菌好的瓶盖无菌地密封,填充到瓶子中并密封后就没有杀菌的工序了。因此,采用 HACCP 方式的卫生和品质管理方法很重要。

PET 瓶装饮料的无菌填充过程中,如下所示的细菌、霉、酵母等原因会引起变败事故等品质问题:包括对过氧化氢、过醋酸等有抗药性的 *Chaetomium sp.* 的子囊孢子;有紫外线抗性的霉;耐热性、抗药性的细菌孢子、霉等。内容物、容器、填充·密封装置、制造线、空气的微生物污染;由容器·瓶盖的缺陷、密封不良、野蛮操作等引起的二次污染。

如果不能确保系统整体的无菌性,那么变败的危险性就大。

### 5 PET 瓶装饮料的无菌灌装的微生物控制

作为微生物控制,必须注意以下几点:使用微生物污染少、品质优良且新鲜度好的原材料;在调制和调和工序时,对糖度、酸度、pH、色泽和风味等进行核查和调整,调和液的滞留时间从品质和微生物方面也要注意;关于 UHT 杀菌,根据装置和产品,要设定适当的温度、保持时间等;关于瓶子和瓶盖等的杀菌,用药剂等进行确实的杀菌;不仅无菌填充装置和制造线的无菌性,无菌空气或无菌水供给线的无菌性也很重要;刚制造完成后以及恒温保存后的产品检验等来确保产品的无菌性。(未完待续)

(上接第 192 页)

129~133.

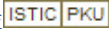
[23] Karabulut OA, Gabler FM, Mansour M, et al. Postharvest ethanol and hot water treatments of table grapes to control gray mold [J]. *Postharvest Biology and Technology*, 2004, 34: 169~177.

[24] Wilson Wijeratnam RS, Hewajulige IGN, Abeyratne N.

Postharvest hot water treatment for the control of *Thielaviopsis* black rot of pineapple [J]. *Postharvest Biology and Technology*, 2005, 36: 323~327.

[25] Zhang HY, Wang L, Zheng XD, et al. Effect of yeast antagonist in combination with heat treatment on postharvest blue mold decay and Rhizopus decay of peaches [J]. *International Journal of Food Microbiology*, 2007(115): 53~58.

# 热处理对果蔬采后贮藏特性的影响

作者: 田维娜, 曾凯芳  
作者单位: 西南大学食品科学学院, 重庆, 400715  
刊名: 食品工业科技   
英文刊名: SCIENCE AND TECHNOLOGY OF FOOD INDUSTRY  
年, 卷(期): 2007(12)  
被引用次数: 4次

## 参考文献(25条)

1. Paull RE;Chen NJ Heat treatment and fruit ripening[外文期刊] 2000(1)
2. Steiner A;Abreu M;Correia L Metabolic response to combined mild heat pre-treatments and modified atmosphere packaging on fresh-cut peach[外文期刊] 2006(222)
3. Ketsa S;Chidtragool S;Klein JD Ethylene synthesis in mango fruit following heat treatment[外文期刊] 1999(1)
4. 陈金印;吴友根 采后热处理与果实贮藏[期刊论文]-植物生理学通讯 2003(01)
5. Paull RE;Chen NJ Heat treatment and fruit ripening[外文期刊] 2000(1)
6. Beirao-da-Costa S;Steiner A;Correia L Effects of maturity stage and mild heat treatments on quality of minimally processed kiwifruit[外文期刊] 2006
7. 罗自生;徐维娅;席巧芳 热处理对石刁柏的保鲜效果[期刊论文]-中国蔬菜 2001(03)
8. 寇莉萍;刘兴华;黄彦博 热水处理对轻度加工葡萄粒保护酶活性和膜脂过氧化的影响[期刊论文]-中国食品学报 2006(04)
9. 刘洪涛;黄卫东;郝燕燕 果实对高温逆境的响应及其信号转导机理[期刊论文]-中国食品学报 2004(02)
10. 朱世江 芒果采后热处理诱导抗冷性的生理生化机理研究[学位论文] 2001
11. 项丽霞 热处理, 半胱氨酸, 赤霉素, 真空处理对莲藕品质及表皮褐变的影响 2006
12. 乔勇进;冯双庆;赵玉梅 热处理对黄瓜贮藏冷害及生理生化的影响[期刊论文]-中国农业大学学报 2003(01)
13. Vicente AR Effect of heat treatment on strawberry fruit damage and oxidative metabolism during storage[外文期刊] 2006(2)
14. 董华强;宁正祥;汪跃华 双温热处理对西兰花采后贮藏品质的影响[期刊论文]-食品科学 2005(12)
15. Abreu M;Beirao-da-Costa S;Goncalves EM Use of mild heat pre-treatments for quality retention of fresh cut 'Rocha' pear 2003
16. 文颖强;任小林;马锋旺 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(04)
17. Hoa TT;Clark CJ;Waddell BC Postharvest quality of Dragon fruit (*Hylocereus undatus*) following disinfesting hot air treatments[外文期刊] 2006(1)
18. Porat R;Pavoncello D;Peretz J Effects of various heat treatments on the induction of cold tolerance and on the postharvest qualities of 'Star Ruby' grapefruit[外文期刊] 2000
19. Woolf AB;Bowen JH;Ball S A delay between a 38°C pretreatment and damaging high and low temperature treatments influences pretreatment efficacy in 'Hass' avocados 2004
20. 董华强;蒋跃明;汪跃华 苦瓜采后热处理对其抗冷性的影响[期刊论文]-农业工程学报 2005(05)
21. 肖红梅 贮前热处理减轻番茄冷害机理的研究[学位论文] 2003
22. 赵艺泽;屠康;潘秀娟 采后热处理对红富士苹果青霉病和灰霉病的控制[期刊论文]-食品与发酵工业 2004(12)

23. [Karabulut OA;Gabler FM;Mansour M Postharvest ethanol and hot water treatments of table grapes to control gray mold](#)[外文期刊] 2004(2)
24. [Wilson Wijeratnam RS;Hewajulige IGN;Abeyratne N Postharvest hot water treatment for the control of Thielaviopsis black rot of pineapple](#) 2005
25. [Zhang HY;Wang L;Zheng XD Effect of yeast antagonist in combination with heat treatment on postharvest blue mold decay and Rhizopus decay of peaches](#)[外文期刊] 2007(115)

#### 本文读者也读过(9条)

1. [胡美姣.李敏.高兆银.杨凤珍.HU Mei-jiao.LI Min.GAO Zhao-yin.YANG Feng-zhen 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, 22(2)
2. [赵宇瑛.吴广宇 采后热处理对果蔬贮藏的影响研究进展](#)[期刊论文]-[长江大学学报\(自科版\)农学卷](#)2010, 07(2)
3. [凌喆.郑淑芳.孙程旭.李武.高丽朴 热处理在果蔬保鲜贮藏方面的研究与应用](#)[期刊论文]-[安徽农业科学](#) 2007, 35(8)
4. [袁海娜 国内外果蔬热处理保鲜技术研究进展](#)[期刊论文]-[粮油加工与食品机械](#)2002(10)
5. [刘冰雁 采后热和钙处理对苹果梨果实生理效应的研究](#)[学位论文]2007
6. [张海芳.赵丽芹.韩育梅.ZHANG Hai-fang.ZHAO Li-qin.HAN Yu-mei 热处理在果蔬贮藏保鲜上的应用](#)[期刊论文]-[保鲜与加工](#)2005, 5(2)
7. [采后热处理技术在果蔬贮藏保鲜上的应用](#)[期刊论文]-[中国农学通报](#)2005, 21(11)
8. [王利斌.刘升.冯双庆.郁志芳.Wang Libin.Liu Sheng.Feng Shuangqing.Yu Zhifang 采后热处理降低果蔬贮藏冷害研究进展](#)[期刊论文]-[农产品加工·学刊](#)2011(4)
9. [郭时印.谭兴和.李清明.王峰 热处理技术在果蔬贮藏中的应用](#)[期刊论文]-[河南科技大学学报\(农学版\)](#) 2004, 24(2)

#### 引证文献(5条)

1. [申江.齐含飞.刘兴华 热处理对大桃冰温贮藏特性的影响](#)[期刊论文]-[食品研究与开发](#) 2011(2)
2. [刘延娟.董明.王强.吴树青 热处理对“皖翠”猕猴桃贮藏生理及品质的影响](#)[期刊论文]-[安徽农业科学](#) 2010(16)
3. [王静.张辉.逢焕明.李景瑜.孙守文.郦道静 热处理对库车小白杏贮藏品质的影响](#)[期刊论文]-[新疆农业大学学报](#) 2010(3)
4. [张倩.李健.曹建康.崔昉.姜微波 短波紫外线对鸭梨采后品质及抗病性的影响](#)[期刊论文]-[中国农业大学学报](#) 2009(2)
5. [蒋晓峰.朱呖.姜松 漂烫黄秋葵嫩果力学质地变化及评价方法的研究](#)[期刊论文]-[食品工业科技](#) 2013(22)

本文链接: [http://d.g.wanfangdata.com.cn/Periodical\\_spgykj200712061.aspx](http://d.g.wanfangdata.com.cn/Periodical_spgykj200712061.aspx)