

热水处理对桃果采后青霉病及自然腐烂的控制

张红印, 王世珍, 黄星奕, 董英, 马龙传

(江苏大学食品与生物工程学院, 镇江 212013)

摘要: 为了寻找一种能够代替化学杀菌剂控制桃果采后病害的方法, 研究了热水处理对桃果采后青霉病的控制及对桃果贮藏品质的影响, 探讨了热水处理对扩展青霉孢子萌发的影响。在测定不同温度、不同时间热水处理对桃果青霉病抑菌效果的基础上, 选择 54℃、2 min 的条件对桃果进行热水处理, 处理后的桃果放在 20℃ 下贮藏 7 d 或在 4℃ 下贮藏 30 d 再转移到 20℃ 下贮藏 7 d, 观察桃果的腐烂情况, 并对桃果的贮藏品质指标进行检测。试验结果表明: 热水处理能够有效地起到控制桃果采后病害的作用, 热水处理对桃果的失重率、硬度、总可溶性固形物含量、抗坏血酸含量、可滴定酸度等水果品质没有显著的不利影响。热水处理可以显著抑制扩展青霉孢子的萌发及芽管的延长。因此, 54℃、2 min 热水处理是一种能代替化学杀菌剂对桃果采后病害进行控制的有效方法。

关键词: 热水处理; 桃果; 青霉病; 控制; 品质; 孢子萌发

中图分类号: S662.1; S379

文献标识码: A

文章编号: 1002-6819(2008)-8-0294-04

张红印, 王世珍, 黄星奕, 等. 热水处理对桃果采后青霉病及自然腐烂的控制[J]. 农业工程学报, 2008, 24(8): 294-297.

Zhang Hongyin, Wang Shizhen, Huang Xingyi, et al. Control of blue mold disease and natural decay of postharvest peaches by hot water treatment[J]. Transactions of the CSAE, 2008, 24(8): 294-297.(in Chinese with English abstract)

0 引言

桃树适应性强, 结果早, 见效快^[1]。桃树栽培目前已遍及世界各地, 大致分布在南、北纬度 25°~45°之间。生产桃果的国家主要有中国、美国、意大利、法国等。据 FAO 资料统计, 桃果的总产量 2000 年世界为 1.346×10^{12} kg, 中国为 3.83×10^{11} kg, 占世界桃果产量的 28.15%, 人均占有 3.0 kg, 高于世界平均水平 (2.2 kg)^[2]。桃果皮薄, 含水率高, 很容易发生病害而腐烂变质。桃果的病害有生理性病害和侵染性病害。桃果的侵染性病害是影响贮藏性能的主要因素, 尤其在受伤果上易发生。其主要的侵染性病害有由灰葡萄孢 (*Botrytis cinerea*) 引起的灰霉病、扩展青霉 (*Penicillium expansum*) 引起的青霉病和由葡枝根霉 (*Rhizopus stolonifer*) 引起的软腐病^[3,4]。

长期以来, 控制水果采后病害的主要措施是使用杀菌剂, 桃采后使用的杀菌剂主要有 benomyl (苯菌灵) 和 iprodione (扑海因) 等。但是, 杀菌剂的长期和大量使用, 严重污染环境, 有害于人类健康。过去十多年, 公众和科学界对于食品和环境中的农药 (尤其是杀菌剂) 残毒问题的关注日益增加。因此, 研究可以代替化学杀菌剂的果蔬采后病害控制方法, 是人类面临的一项紧迫任务。热处理作为一种非化学保鲜技术, 已应用于多种园艺产品, 特别是亚热带水果的保鲜上^[5]。陈丽等采用热处理减轻香蕉果实自然发生的炭疽病病害, 发现热处理对离体炭疽

病孢子萌发无影响而提高了香蕉几丁质酶和 β -1,3 葡聚糖酶活性^[6]。庞学群等研究发现, 热处理可诱导采后香蕉的抗病性并具有一定延缓果实后熟的作用^[7]。颜志梅等研究发现, 适度的热水处理可以抑制“翠冠”梨果实呼吸, 维持果实细胞膜的完整性, 延缓果实软化和品质劣变, 且对黑皮病有较好的防治效果^[8]。我们课题组的研究发现, 适当条件的热水处理能够有效地起到防治草莓采后病害的作用, 同时对草莓的失重率、硬度、可滴定酸度等水果品质没有显著的不利影响^[5]。但有关热水处理对桃果采后病害控制的研究国内没有文献报道。本文研究了不同温度、时间的热水处理对桃果青霉病的控制效果, 选择最佳的热水处理条件; 在此基础上, 研究了热水处理对桃果在常温及冷藏条件下的自然腐烂控制效果以及对贮藏品质的影响, 研究了热水处理对扩展青霉孢子萌发的抑制作用, 为热处理技术在桃果贮藏保鲜中的应用提供科学依据。

1 材料与方法

1.1 材料

1.1.1 果实

供试桃果为白凤桃 (*Prunns persica* (L.) Batsch), 采摘于江苏镇江句容市, 选择八成熟、无病虫害, 无机械损伤的果实采收。果实于采后 2h 内运回实验室。

1.1.2 培养基的制备

PDB 培养基: 称取 20 g 去皮的马铃薯, 切成小块放入 80 mL 自来水中, 煮沸 20 min, 过滤取清液, 定容至 100 mL, 并加入 2 g 的葡萄糖 115℃ 下高压灭菌 20 min, 待用, 即为 PDB 培养基。

PDA 培养基: 在未杀菌的 PDB 培养基中加入 2% 的琼脂, 加热使琼脂溶解, 均匀分布于培养基中, 再分装

收稿日期: 2007-11-06 修订日期: 2008-07-09

基金项目: “863” 计划项目 (06160807); 江苏省高校自然科学基金项目 (06KJB210013); 江苏大学“拔尖人才工程” 研究项目

作者简介: 张红印 (1972-), 男, 河南南阳人, 副教授, 博士, 主要从事食品微生物的研究。镇江 江苏大学食品与生物工程学院, 212013。

Email: zhanghongyin126@126.com

于试管中, 115℃下高压灭菌 20 min, 取出试管, 摆斜面冷却。

1.1.3 致病菌及其孢子悬液的制备

扩展青霉 (*Penicillium expansum*), 从腐烂的桃果上分离; 用接种环挑一环致病霉菌的菌种, 接入 PDA 培养基 (试管斜面) 上, 置于培养箱中, 在 25℃培养 7 d 左右, 用接种环在培养好的霉菌试管斜面上刮取适量孢子, 转移到无菌生理盐水中, 用血球计数板计数, 并用无菌生理盐水调整至所需浓度, 待用。

1.2 方法

1.2.1 果实的预处理

挑选出来的桃果先用自来水清洗, 然后再浸入 0.1% 的次氯酸钠溶液中消毒 1 min, 取出, 再用自来水冲洗, 冲掉残余次氯酸钠, 风干, 再用在酒精灯上灭过菌的打洞器, 在桃果的赤道部位打一个直径 5 mm 深 3 mm 的洞。

1.2.2 热处理对桃果青霉菌的控制效果试验

桃果打洞后, 用移液枪在每个洞中接种 15 μL 的 5×10^4 个/mL 的扩展青霉孢子悬浮液, 将水果中的菌悬液风干, 然后将接种有致病菌孢子的水果放在水浴锅中进行处理。根据参考资料[9-10]和预试验结果, 对果实的热处理条件选择如下: A: 52℃热水处理 2 min; B: 52℃热水处理 2.5 min; C: 54℃热水处理 2 min; D: 54℃热水处理 2.5 min; E: 室温水浸泡 2min (对照)。果实热处理后强制通风, 风干表面的水分, 同时冷却至室温, 将水果装入塑料筐中, 用保鲜膜进行密封, 以保持筐内的湿度。每个处理分 3 组, 每组随机挑选 10 个桃果。将桃果置于 (20 ± 1) ℃培养箱中贮藏, 5d 后取出, 观察桃果的腐烂情况, 计算腐烂率。计算公式如下:

$$\text{腐烂率} = (\text{发病的果实个数} / \text{接种病原菌的果实总数}) \times 100\%$$

1.2.3 热处理对扩展青霉孢子萌发及芽管延长的抑制作用试验

将 5 mL PDB 培养基装入试管内 (10 mL 装), 灭菌, 再向各试管内加入 0.1 mL 的 5×10^7 个/mL 的扩展青霉孢子悬浮液。将试管分别放入不同温度的水浴锅中, 进行热处理, 在试管放入水浴锅的同时计时。热处理条件选择如下: A: 52℃热水处理 2 min; B: 52℃热水处理 2.5 min; C: 54℃热水处理 2 min; D: 54℃热水处理 2.5 min; E: 室温水浸泡 2 min (对照组)。处理后马上将试管放入室水中强制冷却。将试管放入 25℃的恒温回转摇床上培养, 摇床转速 75 r/min, 培养时间 18 h。用普通光学显微镜辅助以 Digit Camera 显微摄像头和血球计数板测量, 统计各处理中病原菌孢子萌发率和芽管伸长长度。每个处理最少观察 100 个孢子, 试验重复 3 次。

1.2.4 热处理对桃果自然腐烂的控制试验

根据热处理对桃果青霉菌的控制效果的试验结果, 选择 54℃、2 min 为热处理的条件。桃果经挑选后, 分成两组: 第一组将桃果放入 54℃的水浴锅中处理 2 min, 然后取出, 风干; 第二组桃果不经任何处理, 作为对照。将桃果置于塑料筐中, 每筐随机放 10 个桃果, 用保鲜膜进行密封, 以保持筐内的湿度, 每组处理放 3 筐。桃果

的贮藏方式有两种, 第一种在室温下 (20℃) 下存放 7 d; 第二种先将桃果置于 4℃ 的冷库内, 贮藏 30 d 后取出, 转移到室温下 (20℃) 下存放 7 d 以确定桃果在货架期的腐烂情况。取出桃果, 数腐烂桃果的数目并计算腐烂率。

1.2.5 热处理对桃果贮藏品质的影响试验

桃果的处理及贮藏方法同上。贮藏结束后, 取出桃果, 在室温下 (20℃ 左右) 测定其贮藏品质, 每组处理在测定每一项指标时取 3 个水果, 试验重复 3 次。测定方法如下所示。

失重率: 用称重法测得, 果实失重率 = $[(\text{贮前果实质量} - \text{不同贮藏期的果实质量}) / \text{贮前果实质量}] \times 100\%$ 。

硬度: 采用 TA-XT2i 质构分析仪, 探头直径为 5 mm, 探头向水果的运行速度为 5.0 mm/s, 测试深度 10 mm, 探头插入水果时所受到的最大阻力 (单位为 N) 被定义为水果的硬度。每个桃果在赤道处的不同部位测定 3 次^[11]。

总可溶性固形物: 采用手持式糖量计进行测定, 测定结果表示为 g/(100 g) 样品^[12]。

抗坏血酸: 2,6-二氯酚靛酚法。测定结果表示为 mg/(100 g) 样品^[13]。

可滴定酸度 (%): 滴定法。用 0.1 mol/L NaOH 进行滴定, 滴定后进行计算, 测定结果表示为苹果酸的质量分数 (%)^[14]。

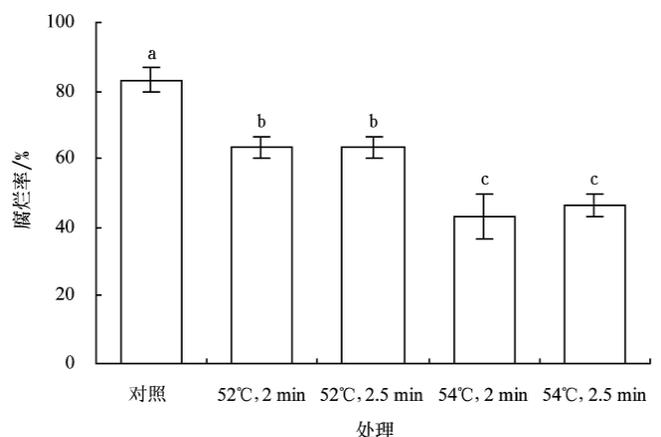
1.3 数据分析

所有试验均重复 3 次, 结果所列的数据是 3 次重复的平均值。采用 SAS 软件 (SAS Institute, version 6.08, Cary, NC) 对数据进行处理, 试验数据采用 ANOVA 进行邓肯氏多重差异分析 (取 $P < 0.05$)。

2 结果与分析

2.1 热处理对桃果青霉菌的控制效果

从图 1 可以看出, 热水处理对桃果采后青霉菌具有显著的抑制效果。经各种条件热水处理的桃子, 其青霉菌的发病率都显著低于对照。温度和时间显著地影响热



注: 图中所列数据是 3 次重复的平均值。柱形图中所列的字母完全不同时, 说明通过邓肯氏多重差异分析, 差异显著

图 1 热水处理对桃果青霉菌的抑制效果

Fig.1 Effects of hot water treatment on control of blue mold disease of peach fruits

处理对桃果青霉病的控制效果, 54℃、2 min 的热水处理控制桃果青霉病的效果最佳。经 20℃、5 d 的贮藏, 经过 54℃、2 min 热水处理的桃果, 其青霉病的发病率仅为 43.3%, 而不经热水处理的对照桃果的发病率却为 83.3%。因此, 在后面所做热水处理对桃果自然腐烂的控制及对贮藏品质的影响试验中, 热水处理的条件确定为 54℃、2 min。

2.2 热水处理对扩展青霉孢子萌发及芽管延长的抑制作用

从表 1 可以看出, 热水处理可以显著抑制扩展青霉孢子的萌发及芽管的延长。温度和时间显著地影响热处理对致病菌孢子出芽及芽管延长的抑制效果。一般来讲, 热水处理的温度越高, 时间越长, 霉菌孢子的出芽率越低, 芽管长度越短。当热处理的条件分别为 54℃、2 min 和 54℃、2.5 min 时, 扩展青霉孢子的出芽率及芽管长度分别为: 5%、22.3 μm, 4.3%、8.8 μm, 而对照扩展青

表 1 热水处理对扩展青霉在 PDB 培养基中出芽率和芽管长度的影响

Table 1 Effects of hot water treatment on inhibition of spore germination and mycelial growth of *P. expansum* in potato-dextrose broth medium

处 理	出芽率/%	芽管长度/μm
对 照	31.6±5.9a	46.1±3.0a
52℃, 2 min	26.2±2.4ab	36.2±6.0ab
52℃, 2.5 min	20.3±1.2b	31.1±3.7b
54℃, 2 min	5±0.1c	22.3±2.5bc
54℃, 2.5 min	4.3±0.9c	8.8±1.0c

注: 扩展青霉的出芽率及芽管长度是在 PDB 培养基中经 25℃, 18 h 摇床培养后测定的; 表中所列数据表示 3 个重复的平均值±标准差, 同列数据后边所列的字母完全不同时, 说明通过邓肯氏多重差异分析 ($\alpha=0.05$), 差异显著。

表 2 热水处理对桃果贮藏期间品质的影响

Table 2 Effects of hot water treatment on postharvest quality of peach fruits

贮藏条件	处 理	失重率/%	硬度/N	总固形物/%	抗坏血酸/mg·(100 g) ⁻¹	可滴定酸度/%
20℃, 7 d	对 照	5.4±0.7a	10.20±0.03a	10.0±1.7a	1.1±0.2 a	0.15±0.05a
	热 处 理	5.3±0.7a	10.20±0.06a	9.9±0.4 a	1.2±0.2 a	0.19±0.01a
4℃, 30 d 后 转到 20℃, 7 d	对 照	4.7±0.4a	10.26±0.03a	12.4±0.8a	1.1±0.04a	0.26±0.03a
	热 处 理	4.5±0.6a	10.24±0.06a	11.1±1.5a	1.2±0.01a	0.24±0.02a

注: 表中所列数据表示 3 个重复的平均值±标准差, 数据后边的字母完全不同时, 说明通过邓肯氏多重差异分析, 差异显著。

3 结论与讨论

1) 热水处理对桃果采后青霉病具有显著的抑制效果。温度和时间显著地影响热处理对桃果青霉病的控制效果, 54℃、2 min 的热水处理控制桃果青霉病的效果最佳。

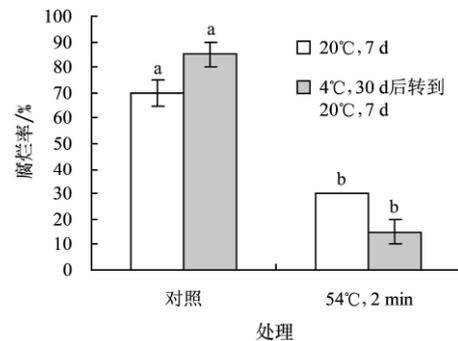
2) 热水处理可以显著抑制扩展青霉孢子的萌发及芽管的延长。温度和时间显著地影响热处理对致病菌孢子出芽及芽管延长的抑制效果。一般来讲, 热水处理的温度越高, 时间越长, 霉菌孢子的出芽率越低, 芽管长度越短。

3) 经热水处理(54℃、2 min)的桃果, 经室温下(20℃)

霉孢子的出芽率及芽管长度分别为: 31.6%、46.1 μm。热处理的条件为 54℃、2 min 和 54℃、2.5 min 之间没有显著差异。

2.3 热水处理对桃果贮藏期间自然腐烂的控制

从图 2 可以看出, 经热水处理(54℃、2 min)的桃果, 经室温下(20℃)贮藏 7 d, 其自然腐烂率为 30%, 显著低于对照桃果的腐烂率(70%); 同样的, 经热水处理的桃果, 经 4℃贮藏 30 d 再转移到 20℃下贮藏 7 d, 其自然腐烂率为 15%, 显著低于对照桃果的腐烂率(85%)。



注: 图中所列数据是 3 次重复的平均值。相同形状柱形图上边所列的字母完全不同时, 说明通过邓肯氏多重差异分析, 差异显著

图 2 热水处理对桃果贮藏期间自然腐烂的抑制效果
Fig.2 Effects of hot water treatment on inhibition of natural decay of peach fruits

2.4 热水处理对桃果贮藏期间品质的影响

从表 2 可以看出, 热水处理的桃果在 20℃下贮藏 7 d, 或经 4℃、30 d 贮藏后再转移到 20℃贮藏 7 d, 其失重率、硬度、总可溶性固形物、抗坏血酸、可滴定酸度等品质指标与对照桃果相比, 没有显著差异。

贮藏 7 d, 或经 4℃贮藏 30 d 再转移到 20℃下贮藏 7 d, 其自然腐烂率显著低于对照桃果的腐烂率。

4) 热水处理的桃果在 20℃下贮藏 7 d, 或经 4℃、30 d 贮藏后再转移到 20℃贮藏 7 d, 其失重率、硬度、总可溶性固形物、抗坏血酸、可滴定酸度等品质指标与对照桃果相比, 没有显著差异。

我们的研究表明, 热水处理可以抑制引起桃果采后青霉病的扩展青霉孢子的萌发和芽管的延长。致病霉菌往往通过孢子的萌发和芽管的延长生长的, 抑制致病菌孢子的萌发和芽管的延长可能是热水处理控制水果采后病害的一个机理^[15]。总之, 54℃、2 min 的热水处理可有效控制桃果实采后青霉病的发生并能显著抑制扩展青霉

孢子的萌发和芽管的延长, 同时不影响桃果实贮藏期间的品质, 有望成为取代传统化学杀菌剂的桃果实防腐保鲜新技术。但是, 热水处理抑制果实腐烂的机理仍不十分清楚, 还有待于进一步研究。

[参 考 文 献]

- [1] 左覃元, 朱更瑞, 王力荣. 中国桃果产业的现状及展望[J]. 果树科学, 1997, 14(1): 51—53.
- [2] 徐天明. 对我国桃树品种结构调整的探讨[J]. 山西师范大学学报(自然科学版), 2002, 16(1): 72—75.
- [3] Fan Q, Tian S P. Postharvest biological control of *Rhizopus* rot of nectarine fruits by *Pichia membranefaciens*[J]. Plant Dis, 2000, 84: 1212—1216.
- [4] Palou L, Crisosto C H, Smilanick J L, et al. Effects of continuous 0.3 ppm ozone exposure on decay development and physiological responses of peaches and table grapes in cold storage[J]. Postharvest Biol Technol, 2002, 24: 39—48.
- [5] 张红印, 王雷, 姜松, 等. 热水处理对草莓采后病害的抑制作用及对贮藏品质的影响[J]. 农业工程学报, 2007, 23(8): 270—273.
- [6] 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.
- [7] 庞学群, 黄雪梅, 李军, 等. 热水处理诱导香蕉采后抗病性及其对相关酶活的影响[J]. 农业工程学报, 2008, 24(2): 221—225.
- [8] 颜志梅, 杨青松, 蔺经, 等. 采后热处理对“翠冠”梨果实货架期品质的影响[J]. 江西农业大学学报, 2007, 29(5): 727—731.
- [9] Smith W L, Anderson R E. Decay control of peaches and nectarines during and after controlled atmosphere and air storage[J]. Journal of the American Society of Hort Science, 1975, 100: 84—86.
- [10] 毕阳. 采后热处理对果蔬腐烂的控制[J]. 食品科学, 1994, (1): 10—14.
- [11] Zhang H Y, Zheng X D, Su D M. Postharvest control of blue mold rot of pear by microwave treatment and *Cryptococcus laurentii*[J]. J Food Eng, 2006, 77, 539—544.
- [12] Larrigaudière C, Pons J, Torres R, et al. Storage performance of clementines treated with heat water, sodium carbonate and sodium bicarbonate dips[J]. J Hort Sci Biotech, 2002, 77, 314—319.
- [13] Özden Ç, Bayindirli L. Effects of combinational use of controlled atmosphere, cold storage and edible coating applications on shelf life and quality attributes of green peppers[J]. Eur Food Res Technol, 2002, 21, 320—326.
- [14] Wright K P, Kader A A. Effect of controlled-atmosphere storage on the quality and carotenoid content of sliced persimmons and peaches[J]. Postharvest Biol Technol, 1997, 10, 89—97.
- [15] Zhang H Y, Zheng X D, Wang L, et al. Effect of yeast antagonist in combination with hot water dips on postharvest *Rhizopus* rot of strawberries[J]. Journal of Food Engineering, 2007, 78: 281—287.

Control of blue mold disease and natural decay of postharvest peaches by hot water treatment

Zhang Hongyin, Wang Shizhen, Huang Xingyi, Dong Ying, Ma Longchuan
(College of Food and Biological Engineering, Jiangsu University, Zhenjiang 212013, China)

Abstract: In search for an alternative to synthetic fungicides for the control of postharvest decay of peach fruits, the control efficacy of hot water treatment on blue mold disease of postharvest peaches, its effects on storage quality of fruits and spore germination of *Penicillium expansum* were investigated. Based on the experiments of hot water treatment of different temperatures and time to the control of blue mold disease of peach, treatment temperature of 54°C and 2 min of hot water treatment were applied to peaches. Afterwards, fruits were stored at 20°C for 7 days or at 4°C for 30 days followed by 20°C for 7 days, the percentage of infected fruits was recorded, and the quality parameters of peaches were measured. It was found that hot water treatment was effective in control of postharvest diseases of peaches. Hot water treatment did not impair quality parameters of fruit, including weight loss, firmness, Total Soluble Solids(TSS) content, ascorbic acid content and titratable acidity concentration. Spore germination of *P. expansum* in Potato-Dextrose Broth medium(PDB) was inhibited by hot water treatment. Therefore, the hot water treatment of 54°C for 2min was an alternative to synthetic fungicides for the control of postharvest blue mold decay of peach fruits.

Key words: hot water treatment; peach; blue mold disease; control; quality; spore germination