

苯并噻重氮对采后枇杷果实病害及品质的影响

张紫薇, 朱世江*

(华南农业大学园艺学院, 广东省果蔬保鲜重点实验室, 广东 广州 510642)

摘要: 用不同浓度的 BTH 溶液处理采后枇杷果实, 贮藏于常温(22℃)和低温(3℃)下, 考察了 BTH 对枇杷果实贮藏期间病害和品质的影响。结果显示, BTH 降低了枇杷果实在常温条件下的自然发病的病情指数, 减小了接种炭疽菌枇杷的病斑的直径; BTH 提高了枇杷果皮的木质素含量和苯丙氨酸解氨酶活性, 表明 BTH 激活了枇杷的防御系统; 与对照相比, BTH 处理降低了枇杷的果肉硬度, 提高了枇杷的可溶性固形物和可滴定酸含量, 无论在常温下还是低温下贮藏均如此。表明 BTH 对保持枇杷的品质有一定的效果。

关键词: 枇杷; 采后病害; 品质; 苯并噻重氮

Effects of Benzothiadiazole on Diseases and Quality of Postharvest Loquat Fruit

ZHANG Zi-wei, ZHU Shi-jiang*

(Guangdong Province Key Laboratory of Postharvest Physiology and Technology of Fruits and Vegetables, College of Horticulture, South China Agricultural University, Guangzhou 510642, China)

Abstract: Postharvest loquat (*Eriobotrya japonica* Lindley) fruits were treated with different concentrations of BTH solution and stored at normal temperature (22 °C) or low temperature (3 °C) for observing the occurrence of pathogenic diseases and changes in fruit quality. The results showed that BTH reduces the disease index of natural infection of loquats at normal temperature and lesion diameters of loquats inoculated with *Colletotrichum acutatum*. At the same time, BTH elevates the content of lignin and the activity of phenylalanine ammonia-lyase (PAL) in peel of loquat, which implies that BTH activates the defense system of postharvest loquat. Moreover, compared with the control, BTH decreases pulp firmness, increases contents of total soluble solids and titrable acids at both of normal and low temperatures, which indicates that BTH has positive effects on postharvest fruit quality.

Key words: loquat; postharvest disease; quality; benzothiadiazole (BTH)

中图分类号: TS255.2

文献标识码: A

文章编号: 1002-6630(2009)06-0264-04

枇杷(*Eriobotrya japonica* Lindley)在春末夏初成熟, 上市时间较短, 果实采后在常温下极易感病腐烂, 难以长期贮藏和运输。低温贮藏(1~5℃)可延长枇杷的贮藏寿命, 但容易产生果肉木质化现象, 导致品质劣变^[1]。枇杷生产者和经销商渴望寻找一种既能延长枇杷果实保鲜寿命, 又能保持果实品质的新技术。苯并噻重氮(benzothiadiazole, BTH)是一种植物抗病诱导剂, 可使植物产生系统获得抗性(SAR)。在离体条件下, 它对病原菌没有杀菌活性, 但能够通过诱导植物体内的免疫机制, 起到控制病害发生的作用^[2]。虽然在多种作物上报导了用 BTH 控制病害的效果, 但在采后水果上的研究较少。在采后香蕉、桃等水果上的研究表明, BTH 具有控制采后病害的作用^[3-4]等。以往的

报道多把焦点集中在 BTH 诱导抗病性^[5], 尚少见 BTH 对水果贮藏期间品质影响的报道。本研究旨在考察 BTH 控制常温和低温贮藏条件下枇杷果实病害和保持果实品质的效果, 为解决枇杷的采后保鲜问题提供一个新思路。

1 材料与方法

1.1 材料、试剂与仪器

供试枇杷品种为“解放钟”(*Eriobotrya japonica* Lindl. ‘Jiefangzhong’)来自华南农业大学园艺学院枇杷试验园。分别于 2005 年和 2006 年 4 月下旬采收, 采收成熟度为八成熟。挑选果形端正, 无机械伤, 无裂果, 无病虫害的枇杷作为试材。

收稿日期: 2008-05-26

基金项目: 广东省科技计划项目(2005B20601002); 海南省热带园艺产品采后生理与保鲜重点实验室开放基金项目

作者简介: 张紫薇(1978-), 男, 农艺师, 硕士, 研究方向为果蔬采后生理与病理。E-mail: zzwei1019@163.com

* 通讯作者: 朱世江(1963-), 男, 教授, 博士, 研究方向为果蔬采后生理与病理。E-mail: sjzhu@scau.edu.cn

BTH 瑞士 Novartis 公司。

I542 单立柱台式电子万能材料试验机 美国英斯特朗公司; PR-32 γ型糖度计 日本 Atago 公司。

1.2 方法

1.2.1 实验设计方案

用 BTH 溶液以喷雾的方式将枇杷果面均匀喷湿, 装袋, 密封, 置于恒温培养箱中贮藏。BTH 处理的浓度分别为 10、30、60mg/L。以蒸馏水同样喷雾处理为对照, 每处理重复三次, 每重复 30 个枇杷果实。

BTH 控制枇杷常温自然发病效果实验: BTH 处理后, 置于 22℃ 下贮藏, 其间定期取样并观察发病情况。发病情况参照朱世江等的方法^[6]。0 级: 果实表面无病斑; 1 级: 果实开始发病, 病斑面积总和占全果表面积的 25% 以下; 2 级: 病斑分散, 病斑面积总和占全果表面积的 25%~50%; 3 级: 病斑扩大, 有少部分病斑相连, 病斑面积总和占全果表面积的 50%~75%; 4 级: 病斑连成大斑块, 病斑面积总和大于全果表面积的 75% 以上; 5 级: 全果腐烂。

$$\text{病情指数} = \Sigma \frac{\text{各级病果个数} \times \text{该病级}}{\text{总调查果数} \times \text{最高病级数}} \times 100$$

根据公式, 病情指数的取值 0~100。

BTH 对常温贮藏枇杷炭疽病的控制实验: BTH 处理后用炭疽菌(*Colletotrichum acutatum*)对枇杷果实进行针刺接种。在每个枇杷果实的腰部用消毒的大头针刺伤一个点, 深度为 1.5mm, 孢子浓度为 2.0×10^6 个/ml, 每个刺伤点的孢子悬浮液用量 20μl。发病后测量病斑的大小。定期观察发病情况, 统计病斑直径(cm)。

BTH 处理控制枇杷冷害的效果实验: 由于“解放钟”枇杷的适宜贮藏温度为 8~10℃^[7], 为了诱发冷害, BTH 喷雾处理后, 置于 3℃ 培养箱贮藏, 定期取样观察细胞膜透性及其他生理指标。

1.2.2 生理指标测定

木质素含量的测定: 细胞壁的制备: 取枇杷果肉 5g, 于研钵中加入 95% 乙醇充分研磨, 4000 × g 离心 5min, 重复三次。再用乙醇: 正己烷=1:2(V/V)冲洗三次, 收集沉淀物, 50℃ 烘干至恒重, 即得细胞壁。木质素含量的测定参照 Morrison 的方法^[8]。用万分之一的电子天平准确称取 10mg 制备的细胞壁干燥物, 溶于 2ml 溴乙酰冰醋酸溶液(25%)中, 在 70℃ 恒温水浴加塞保温 30min, 然后加 0.9ml NaOH (2mol/L)终止反应, 再加 10ml 冰醋酸和 0.1ml 羟氨盐酸, 并用冰醋酸定容至 20ml, 4000 × g 离心 5min。取上清液在 280nm 处测定吸光度, 木质素含量直接用吸光度表示^[8]。

1.2.3 品质指标测定

果肉硬度的测定: 用万能材料试验机进行硬度测定, 探头形状为圆形, 直径为 8mm, 探头移动速度为 400mm/min。硬度单位为牛顿(N)。

总可溶性固形物: 用糖度计测定。

总可滴定酸: 用酸碱中和法测定。

2 结果与分析

2.1 BTH 常温贮藏枇杷腐烂病的控制效果及对木质素和 PAL 酶的影响

2.1.1 BTH 对未接种炭疽菌的枇杷腐烂的控制效果

贮藏 34d, BTH 对自然发生的枇杷腐烂病有一定的控制作用, 呈现出浓度越高发病越轻的趋势(图 1)。但统计分析表明, 各处理间的差异未达到显著水平。

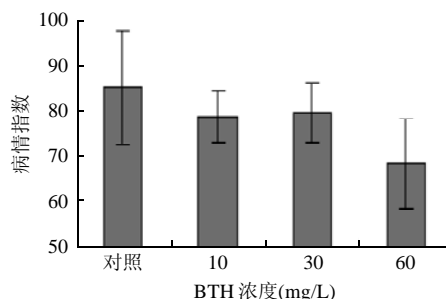
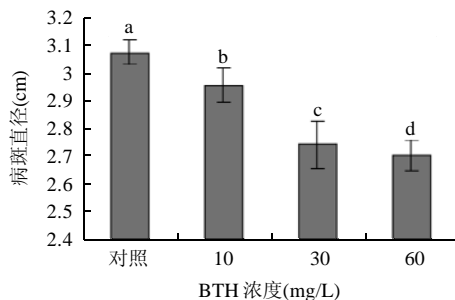


图 1 BTH 控制 22℃ 下贮藏枇杷自然发生腐烂病的效果
Fig. 1 Control effect of BTH against rot diseases naturally occurred in loquat fruits stored at 22 °C

2.1.2 BTH 对接种炭疽菌的枇杷发病的控制效果

接种后 9d 观察, BTH 处理对控制枇杷炭疽病有一定的效果。BTH 处理的病斑直径都低于对照, 且随着 BTH 浓度的提高病斑缩小。



柱形图上方标有不同字母者为差异显著, $p=0.05$ 。下同。

图 2 BTH 控制 22℃ 下贮藏枇杷炭疽病的效果
Fig. 2 Control effect of BTH against anthracnose in loquat fruits stored at 22 °C

2.1.3 BTH 对枇杷果皮木质素含量和 PAL 活性的影响

由于在 BTH 控制枇杷自然发病的实验中, BTH

60mg/L 的处理病情指数与对照差异最显著, 于是测定了该处理下果皮木质素含量和苯丙氨酸解氨酶(PAL)活性这两个抗病相关生理指标的变化动态。

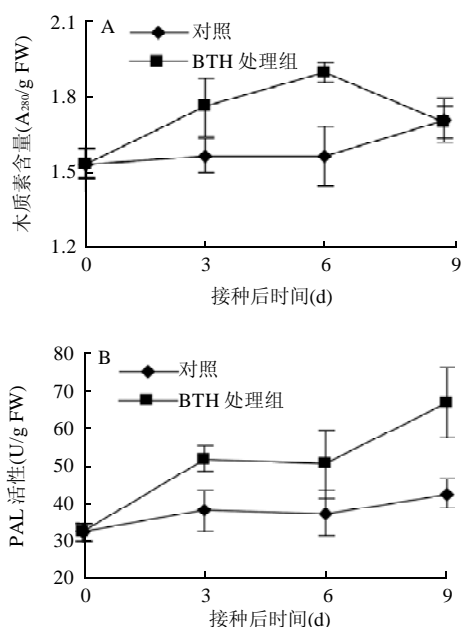


图3 BTH(60mg/L)对22℃下贮藏枇杷果皮木质素含量和PAL酶活性的影响

Fig.3 Effects of BTH on lignin content (A) and phenylalanine ammonia-lyase (PAL) activity (B) in peels of loquat fruits stored at 22 °C

结果表明, BTH处理提高了枇杷果皮的木质素含量(图3A)。BTH处理的枇杷果皮木质素含量在前6d呈直线上升趋势, 而对照几乎保持不变。

BTH处理提高了枇杷果皮的苯丙氨酸解氨酶活性(图3B)。BTH处理的枇杷果皮PAL酶活性在处理后立即大幅度提高。在整个观察期间, 处理均处于上升趋势, 而对照未见明显变化, 致使BTH处理与对照的差异一直处于加大的趋势。

2.2 BTH处理对枇杷品质的影响

2.2.1 BTH对枇杷果肉硬度的影响

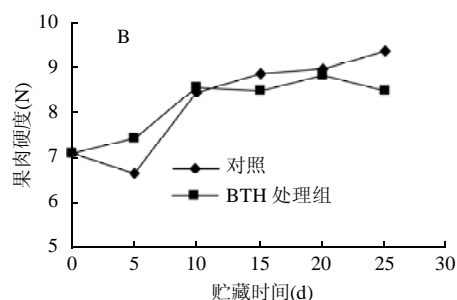
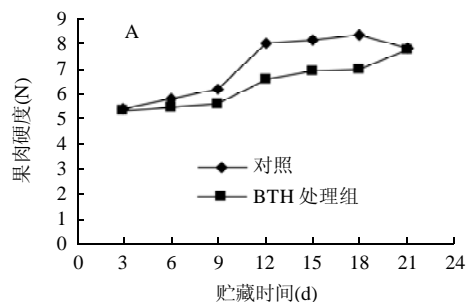


图4 BTH(60mg/L)对枇杷果肉硬度的影响
Fig.4 Effects of BTH on pulp firmness of loquat fruits stored at 22 °C (A) and 3 °C (B)

果肉硬度也是枇杷品质的重要指标。无论在常温还是在低温贮藏, 随着贮藏时间的延长, 果肉硬度呈上升的趋势。由图4可知, 在常温条件下, BTH处理的枇杷果肉硬度一直低于对照; 低温条件下, BTH处理的枇杷硬度前期高于对照, 后期低于对照。

2.2.2 BTH对枇杷可溶性固形物(TSS)和可滴定酸含量的影响

无论在常温条件下还是低温条件下贮藏, BTH处理的枇杷果肉的总可溶性固形物(TSS)和可滴定酸含量均高于对照(图5、6)。但除常温下的TSS外, 差异均未达到显著水平。

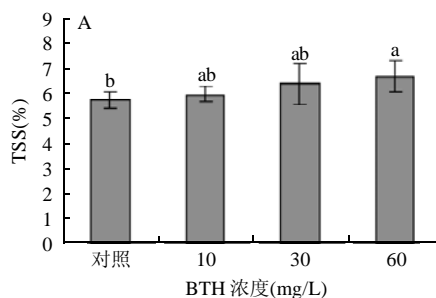


图5 BTH对常温枇杷可溶性固形物和可滴定酸含量的影响

Fig.5 Effects of BTH on total soluble solid content (A) and titrable content (B) in loquat fruits stored at 22 °C

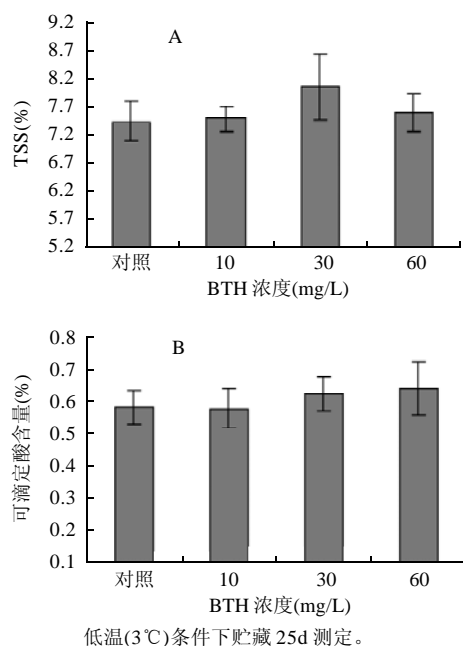


图6 BTH对低温枇杷可溶性固形物和可滴定酸含量的影响

Fig.6 Effects of BTH on total soluble solid content (A) and titrable acid content (B) in loquat fruits stored at 3 °C

3 讨论

BTH是一种新型的植物保护剂,是植物体中的抗病信号物质水杨酸(SA)的功能类似物。BTH可以通过诱导植物产生系统获得性抗性而控制植物病害^[2]。目前,对BTH的研究主要集中在其对作物采前病害的控制上。BTH控制水果采后病害的研究正在引起人们的兴趣。在采后果实上的研究表明,BTH能有效控制香蕉炭疽病^[3]、桃的青霉病^[4]。在本研究中,BTH处理对“解放钟”枇杷果实的自然发病和接种枇杷炭疽病病斑的扩展均有一定的抑制作用。这与香蕉上的研究结果一致^[3]。

研究表明木质素的形成与植物抗病防御反应有密切关系^[9]。本研究表明,BTH处理明显提高了枇杷果皮的木质素含量,BTH诱导了枇杷果皮木质素的合成。同时,BTH显著提高了枇杷的PAL酶活性,这表明枇杷果皮细胞的木质化进程与PAL活性的提高是互相关联的,这与研究报道结果一致^[9]。由此可见,BTH处理

控制枇杷采后病害的机理在于激活了采后枇杷果实的防御系统。

由于枇杷在常温下容易腐烂变质,低温是控制枇杷腐烂的有效手段。但长期低温贮藏会导致枇杷冷害,表现为贮藏后期果肉硬度增加,口感变差,严重影响枇杷的食用品质。本研究中,无论是低温贮藏还是常温贮藏条件下,BTH处理降低了枇杷肉硬度。同时,无论是在常温下贮藏,还是在低温下贮藏,BTH处理的枇杷果实可溶性固形物含量和可滴定酸含量均高于对照。此结果表明,BTH处理有利于保持枇杷品质。本研究结果为BTH提供了新的应用前景。BTH控制枇杷果实品质劣变的机理,将是一个值得探讨的课题。

本研究表明,BTH对枇杷的采后病害具有一定的控制作用,其机理在于诱导了枇杷的防御反应;BTH对保持贮藏枇杷的品质有明显作用,其机理有待进一步探讨。

参考文献:

- [1] 郑永华,李三玉,席均芳.枇杷冷藏过程中果肉木质化与细胞壁物质变化的关系[J].植物生理学报,2000,26(4):306-310.
- [2] GÖÖRLACH J, VOLRATH S, KNAUF-NEITER G, et al. Benzothiadiazole, a novel class of inducers of systemic acquired resistance, activates gene expression and disease resistance in wheat[J]. The Plant Cell, 1996(8): 629-643.
- [3] 麻宝成,朱世江. BTH和MeJA提高采后香蕉果实抗病性及其与抗病相关酶活性的关系[J]. 中国农业科学, 2006, 39: 1220-1227.
- [4] LIU H, JIANG W, BI Y, et al. Postharvest BTH treatment induces resistance of peach (*Prunus persica* L. cv. Jiubao) fruit to infection by *Penicillium expansum* and enhances activity of fruit defense mechanisms [J]. Postharvest Biology and Technology, 2005, 35:263-269.
- [5] ANFOKA G H. Benzo-(1,2,3)-thiadiazole-7-carbothioic acid S-methyl ester induces systemic resistance in tomato (*Lycopersicon esculentum*. Mill cv. Vollendung) to cucumber mosaic virus[J]. Crop Protection, 2000, 19: 401-405.
- [6] 朱世江,季作梁,安惠来,等.青香蕉果皮提取液对香蕉果实腐烂病抗性的诱导作用[J]. 中国农业科学, 2004, 37: 406-409.
- [7] 李维新,何志刚,林晓姿.贮藏温度对解放钟呼吸强度的影响及MAP保鲜技术研究[J]. 福建农业学报, 2004, 19: 250-25.
- [8] MORRISON I M. A semi-micro method for the determination of lignin and its use in predicting the digestibility of forage crops[J]. Journal of the Science of Food and Agriculture, 1972, 23: 455-463.
- [9] FUNNELL D L, PEDERSEN J F. Reaction of sorghum lines genetically modified for reduced lignin content to infection by *Fusarium* and *Alternaria* spp[J]. Plant Disease, 2006, 90: 331-338.