

6-苄基嘌呤处理对香椿芽采后呼吸作用及品质的影响

李志巡, 申琳, 徐路峰, 万丽, 赵丹莹, 生吉萍*
(中国农业大学食品科学与营养工程学院, 北京 100083)

摘要: 为分析 6-苄基嘌呤(6-BA)对香椿芽呼吸作用和采后贮藏品质的影响, 以红香椿芽为材料, 经 6-BA 处理(对照蒸馏水处理)后置于温度(25 ± 2)℃, 相对湿度(50 ± 5)% 的温室中贮藏, 测定其呼吸强度、表观品质指标及重要营养、功能性成分含量的变化。结果显示: 6-BA 处理能够抑制香椿芽的呼吸作用, 延迟其呼吸峰出现, 对香椿芽中表观品质指标以及重要营养、功能性成分含量的变化都具有抑制作用, 说明呼吸作用与香椿芽采后品质变化密切相关; 6-BA 处理能够抑制香椿芽的呼吸作用, 达到维持其产品品质的目的。

关键词: 6-苄基嘌呤(6-BA); 香椿; 芽; 采后处理; 呼吸作用; 多酚; 黄酮

Effects of 6-Benzyladenine Treatment on Postharvest Respiration and Quality of *Toona sinensis* Roem Sprout

LI Zhi-xun, SHEN Lin, XU Lu-feng, WAN Li, ZHAO Dan-ying, SHENG Ji-ping*
(College of Food Science and Nutritional Engineering, China Agricultural University, Beijing 100083, China)

Abstract: Fresh sprouts of *Toona sinensis* Roem treated with 100 mg/L 6-benzyladenine (6-BA) were stored at (25 ± 2) °C with RH (50 ± 5)% for 4 d, and then the postharvest respiratory rate, browning rate, nutritional and functional ingredients were analyzed. The results indicated that the respiratory rate and browning level were inhibited and the appearance of respiratory peak was postponed in *Toona sinensis* Roem sprouts treated with 6-BA. The nutritional and functional ingredients such as soluble protein, soluble sugar, vitamin C, flavonoids, saponins and total polyphenols declined slower in treated sample than those in control. Altogether, this study demonstrated that the postharvest quality decline of *Toona sinensis* Roem sprouts is associated closely with their respiration and 6-BA treatment could suppress their respiration during postharvest storage to keep their quality.

Key words: 6-benzyladenine (6-BA); *Toona sinensis* Roem; sprout; postharvest treatment; respiration; polyphenols; flavonoids

中图分类号: TS255.1

文献标识码: A

文章编号: 1002-6630(2009)16-0282-04

香椿芽采摘期短、季节性强, 室温下存放容易失水萎蔫、褐变脱色, 无法实现长期的鲜销供应^[1]。果蔬采后光合作用停止, 呼吸作用是其生命活动能量代谢的主要来源, 对其采后品质变化、生理失调等方面都具有重要的调控作用^[2-3]。6-苄基嘌呤(6-BA)属于人工合成的细胞分裂素类化合物, 具有抑制植物体内核酸和蛋白分解等方面的作用; 果蔬经 6-BA 处理后可有效保持色泽和新鲜度, 提高贮藏品质, 延长贮藏期限^[4-5]。

当前有关 6-BA 在香椿芽贮藏保鲜中应用的研究报道仅局限于商品率、鲜重等宏观品质指标评价上^[6-7], 而对于 6-BA 处理对香椿芽呼吸强度的影响以及表观品质指

标和重要营养、功能性成分含量变化的作用机制未见报道。本实验从呼吸强度、重量损失、褐变以及营养成分和功能成分含量变化方面系统地分析了 6-BA 处理对香椿芽采后贮藏品质的影响, 并探讨呼吸作用与香椿芽品质变化的关系, 以为香椿芽采后贮藏保鲜及生理研究提供理论参考。

1 材料与方法

1.1 材料及处理

香椿芽由北京市昌平区香椿种植基地提供, 品种为红香椿。为使实验具有代表性, 挑选大小色泽均匀,

收稿日期: 2009-03-30

基金项目: 国家自然科学基金项目(30571296; 30671471)

作者简介: 李志巡(1983—), 男, 硕士研究生, 研究方向为果蔬采后生理与生物技术。E-mail: lizhixun1983@163.com

*通讯作者: 生吉萍(1967—), 女, 副教授, 博士, 研究方向为果蔬采后生理与生物技术。E-mail: pingshen@cau.edu.cn

芽长15~20cm,成熟度相对一致,无病虫害、无机械伤的香椿芽作为试材,经6-BA处理(对照蒸馏水)后置于 $(25 \pm 2)^{\circ}\text{C}$,相对湿度 $(50 \pm 5)\%$ 的温室中贮藏,方案如表1。分别在0、6、12、24、48、72、96h定期取样。用于相关生理生化指标检测。

表1 实验处理分组方案

Table 1 Experimental schedule for postharvest treatment of *Toona sinensis* Roem sprouts

组名	处理	温度($^{\circ}\text{C}$)	相对湿度($\%$)
室温低湿	蒸馏水浸泡30min后取出,用纸巾吸干水珠,晾干20min再贮藏	25 ± 2 (室温)	50 ± 5 (自然湿度)
6-BA	6-BA浸泡30min后取出,用纸巾吸干水珠,晾干20min再贮藏	25 ± 2 (室温)	50 ± 5 (自然湿度)

1.2 方法

1.2.1 呼吸强度测定

香椿芽置于8L干燥器中,密闭2h后,用1ml注射器从干燥器顶部取出部分气体用气相色谱测定,根据制作的 CO_2 标准曲线计算果实呼吸释放出的 CO_2 含量,果实呼吸强度以 $\text{ml CO}_2/(\text{kg FW} \cdot \text{h})$ 表示,重复3次。气相色谱(GC7890F,上海天美公司)配置有 CO_2 转化炉、氢火焰检测器(FID)和不锈钢填充柱(Porapak 80~100),柱长2m,载气 N_2 。进样温度 120°C ,柱温 60°C ,检测温度 360°C ,重复3次。

1.2.2 失重率测定

采用差重法测定,计算公式:

$$\text{失重率}(\%) = \frac{\text{贮前质量} - \text{贮后质量}}{\text{贮前质量}} \times 100$$

1.2.3 生理指标及成分指标检测

褐变度的测定参照Coseteng的方法^[8];叶绿素测定参照文献^[9]的方法;花青素含量测定依据Weiss等的方法^[10-11];可溶性蛋白按照Bradford的方法进行检测^[12];可溶性糖含量参照文献^[13]的方法采用蒽酮比色法测定;VC测定采用紫外分光光度计法,参照郑京平实验^[14];黄酮测定采用硝酸铝法,参照付桂明的方法^[15];皂苷测定采用香草醛-高氯酸法,参照程莉君的方法^[16];总酚测定参照罗晓芳等的方法^[17]。

1.2.4 统计分析

本实验设计为完全随机实验,应用Excel 2003、SPSS 13.0软件分析处理数据,进行方差分析(ANOVA),利用邓肯多重比较法对数据进行差异显著分析并制图, $0.01 < P < 0.05$ 表示差异显著, $P < 0.01$ 表示差异极显著。

2 结果与分析

2.1 呼吸强度变化

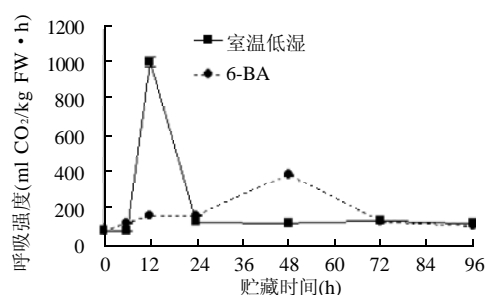


图1 6-BA处理对香椿芽采后呼吸强度的影响

Fig.1 Effects of 6-BA treatment on respiratory rate of postharvest *Toona sinensis* Roem sprouts

如图1所示,6-BA处理的香椿芽呼吸强度大小和呼吸峰出现时间与室温低湿贮藏的相比大大降低。室温低湿贮藏,香椿芽12h后出现呼吸峰,峰值大小为 $1007 \text{ ml CO}_2/(\text{kg FW} \cdot \text{h})$,之后迅速下降趋于平缓;6-BA处理,香椿芽48h后出现呼吸峰,峰值大小为 $358 \text{ ml CO}_2/(\text{kg FW} \cdot \text{h})$,之后亦迅速下降趋于平缓。在峰值处,6-BA处理显著抑制香椿芽采后呼吸作用($P < 0.01$)。

2.2 采后失水

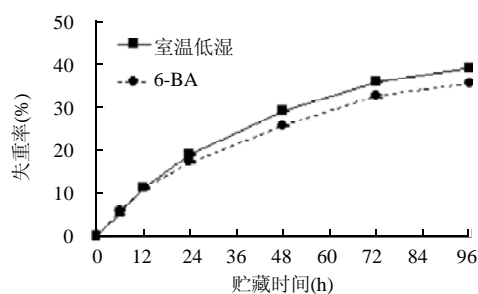


图2 6-BA处理对香椿芽采后失重率的影响

Fig.2 Effects of 6-BA treatment on weight loss rate of postharvest *Toona sinensis* Roem sprouts

如图2所示,香椿芽采后重量损失逐级增加;6-BA处理的香椿芽失重率与室温低湿贮藏的相比差异显著($P < 0.01$)。室温低湿贮藏,4d后香椿芽失重率达39.2%,6-BA处理,4d后香椿芽失重率达35.6%,说明6-BA处理可以减少香椿芽质量损失。

2.3 营养成分和功能成分变化

如图3所示,香椿芽采后营养成分和功能成分损失严重,可溶性蛋白、可溶性糖、VC、黄酮、皂苷和总酚含量均逐级递减;6-BA处理的香椿芽可溶性蛋白、可溶性糖、VC、黄酮、皂苷和总酚含量与室温低湿贮藏的相比差异均显著。室温低湿贮藏,4d后香椿芽可溶性蛋白、可溶性糖、VC、黄酮、皂苷和总酚含量分别减少为 $1.09 \text{ g}/100 \text{ g}$ 、 $0.75 \text{ g}/100 \text{ g}$ 、 0.50 mg/g 、 0.89 mg/g 、

1.95mg/g 和 1.61mg/g。使用 6-BA 处理, 4d 后香椿芽可溶性蛋白、可溶性糖、VC、黄酮、皂苷和总酚含量分别为 4.27g/100g、2.00g/100g、1.02mg/g、3.26mg/g、4.00mg/g 和 4.13mg/g。说明 6-BA 处理可以减少香椿芽营养成分和功能成分损失。

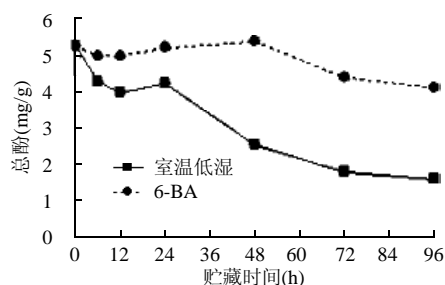
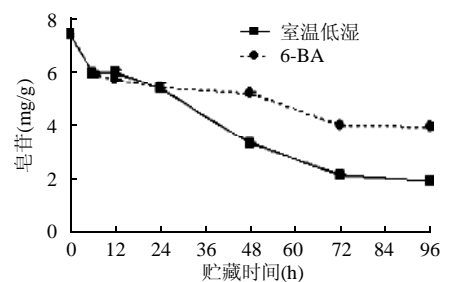
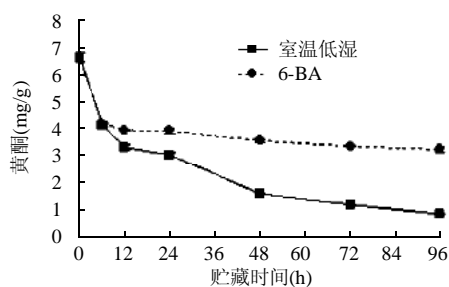
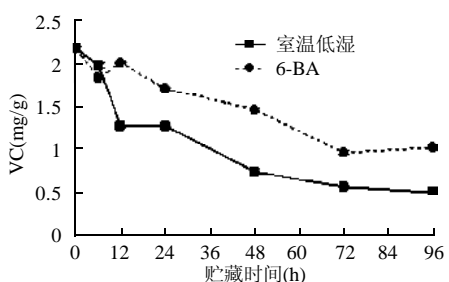
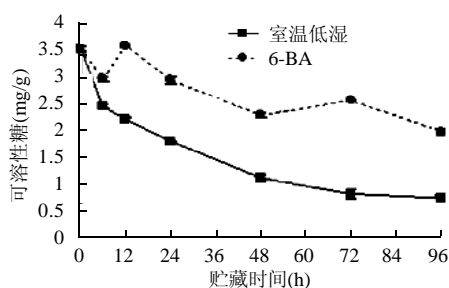
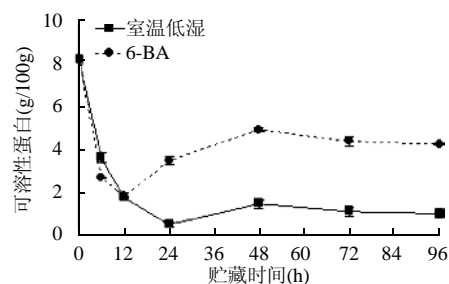


图3 6-BA 处理对香椿芽采后营养成分和功能成分含量的影响

Fig.3 Effects of 6-BA treatment on contents of nutritional and functional components in postharvest *Toona sinensis* Roem sprouts

2.4 采后褐变

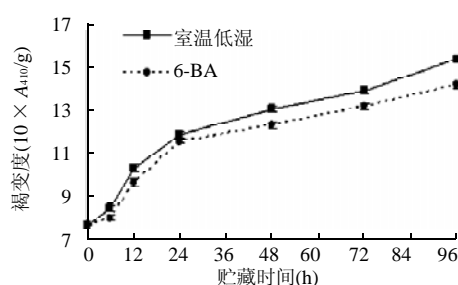


图4 贮藏时间对香椿芽褐变度的影响

Fig.4 Effects of 6-BA treatment on browning level of postharvest *Toona sinensis* Roem sprouts

如图4所示, 香椿芽采后褐变逐级上升; 6-BA 处理的香椿芽褐变度与室温低湿贮藏的相比差异显著($P < 0.01$)。室温低湿贮藏 4d 后褐变度达到 $154A_{410}/g$ 。6-BA 处理 4d 后褐变度达到 $142A_{410}/g$, 说明 6-BA 处理可以抑制香椿芽褐变。

3 结论

果蔬采后光合作用停止, 呼吸作用是其生命活动能量代谢主要来源。已有研究表明使用呼吸强度抑制剂 6-BA 处理可以减少香椿芽干物质损失, 提高其贮藏质量^[6-7]。本实验以红香椿芽为材料, 亦得到相同的结论, 结果表明使用 6-BA 处理, 香椿芽呼吸峰延迟 36h 出现 ($P < 0.01$), 呼吸强度和褐变度受到抑制 ($P < 0.01$), 香椿芽水分、叶绿素、花青素、可溶性蛋白、可溶性糖、VC、黄酮、皂苷和总酚含量下降均延缓 ($P < 0.01$)。说明呼吸作用与香椿芽采后贮藏品质变化密切相关, 6-BA 处理能够抑制香椿芽呼吸作用达到维持其产品品质的目的。

参考文献:

- [1] 郁志芳, 田瑞锋. 香椿冷藏期间酚类物质及相关酶活性的变化[J]. 食品科学, 2004, 25(4): 165-167.

- [2] WANG H, HUANG H, HUANG X. Differential effects of abscisic acid and ethylene on the fruit maturation of *Litchi chinensis* Sonn[J]. Plant Growth Regul, 2007, 52: 189-198.
- [3] GAPPER N E, COUPE S A, MCKENZIE M J. Regulation of harvest-induced senescence in broccoli (*Brassica oleracea* var. *italica*) by cytokinin, ethylene, and sucrose[J]. J Plant Growth Regul, 2005, 24: 153-165.
- [4] 李堂察, 蔡平里. 苜蓿腺嘌呤对夜来香切花保鲜效果之研究[J]. 中国园艺, 1992, 38(2): 91-99.
- [5] FLOREZ-RONCANCIO V J, de CASTRO C E F, DEMATTE M. Keeping quality and prolonging the postharvest longevity of spray chrysanthemum CV[J]. White Polaris I Bragantia, 1996, 55(2): 299-307.
- [6] 焦自高, 曲月楼. 温度、防腐剂等对香椿芽保鲜的影响[J]. 北方园艺, 1995(2): 27-28.
- [7] 鲍琳, 袁玉超, 马晓跃, 等. 不同处理方法对香椿贮藏效果的研究[J]. 北方园艺, 2006(4): 37-38.
- [8] COSETENG M Y, LEE C Y. Changes in apple polyphenoloxidase and polyphenol concentrations in relation to degree of browning[J]. J Food Sci, 1987, 52(4): 985-989.
- [9] 波钦诺克. 植物生物化学分析办法[M]. 荆家海, 丁钟荣, 译. 北京: 科学出版社, 1981: 255.
- [10] WEISS D, HALEVY A H. Stamens and gibberellin in the regulation of corolla pigmentation and growth in *Petunia hybrida*[J]. Planta, 1989, 179: 89-96.
- [11] 孟祥春, 张玉进. 矮牵牛花瓣发育过程中花色苷, 还原糖及蛋白质含量的变化[J]. 华南师范大学学报: 自然科学版, 2001(2): 89-90.
- [12] BRADFORD M M. A rapid and sensitive method for the quantization of microgram quantities of protein utilizing the principle-dye binding[J]. Analyse Biochemistry, 1976, 72: 248-254.
- [13] 赵世杰, 刘华山, 董新纯, 等. 植物生理学实验指导[M]. 北京: 中国农业出版社, 1998.
- [14] 郑京平. 水果、蔬菜中VC含量的测定: 紫外分光光度快速测定方法探讨[J]. 光谱实验室, 2006, 23(4): 731-735.
- [15] 付桂明, 万茵, 周建斌. 杜仲叶醇提液中黄酮测定方法的比较研究[J]. 中国食品学报, 2006, 6(1): 224-229.
- [16] 程莉君, 石雪萍. 苦瓜中总皂苷的比色法测定[J]. 食品与机械, 2008, 24(2): 123-127.
- [17] 罗晓芳, 田砚亭, 姚洪军. 组织培养过程中PPO活性和总酚含量的研究[J]. 北京林业大学学报, 1999, 21(1): 92-95.