

文章编号:1673-1689(2005)02-0010-04

6-苄氨基嘌呤对气调包装芦笋贮藏的影响

安建申^{1,3}, 张 懋¹, 郭 杰², 詹仲刚¹

(1. 江南大学 食品学院,江苏 无锡 214036; 2. 苏净集团有限公司,江苏 苏州 215008; 3. 福建省农科院果树研究所,福建 福州 350003)

摘 要: 6-苄氨基嘌呤对气调包装芦笋贮藏的影响研究表明,6-苄氨基嘌呤可明显抑制芦笋贮藏过程中的呼吸作用,延缓呼吸高峰的到来;对 VC 含量、过氧化物酶活性和叶绿素含量下降、细胞膜透性上升以及丙二醛浓度积累均具有抑制作用;6-苄氨基嘌呤处理结合气调包装贮藏可有效保持其绿色,对减少芦笋采后损失和保持品质,具有较好的作用。

关键词: 芦笋;6-苄氨基嘌呤;气调包装

中图分类号:TS 255.3

文献标识码:A

Effect of 6-BA Treatment on Modified Atmosphere Packaging of Asparagus

AN Jian-shen^{1,3}, ZHANG Min¹, GUO Jie², ZHAN Zhong-gang¹

(1. School of food science and technology, Southern Yangtze University, Wuxi 214036, China; 2. Suzhou Purification Group Co., Ltd, Suzhou, 215008, China; 3. Research Institute of Pomology of Fujian Academy of Agricultural Sciences, Fuzhou 350003, China)

Abstract: The effect of 6-BA on modified atmosphere packaging green asparagus was investigated in this paper. The results showed that, comparing with the CK, the treatments of 6-BA can decrease the respiration rate of asparagus and the climacteric. At the same time, it can also lessen the cell membranous permeation of asparagus, reduce the loss of vitamin C and chlorophyll, weaken the accumulation of Malondialdehyde during MAP, and maintain the activities of POD. The combination of 6-BA treatments with MAP can keep the colour and the quality of post-harvest green asparagus.

Key words: *Asparagus officinalis* L.; 6-BA; MAP

芦笋 (*Asparagus officinalis* L.), 又称石刁柏、龙须菜, 为百合科天门冬属多年生宿根草本植物^[1]. 芦笋嫩茎营养丰富, 风味独特, 并兼有多种保健功能. 它既可鲜食, 又可罐藏, 目前国内外市场对鲜芦笋的需求量日益增加, 市场前景广阔^[2]. 鲜芦笋不耐贮藏, 采收后呼吸作用旺盛, 常温下存放 1~

2 d 后, 纤维老化, 绿色变浅, 笋体萎蔫, 甚至开始腐烂, 货架寿命极短.

气调包装 (MAP) 可延长芦笋的贮藏期^[3], 但单一的 MAP 还不足以达到较长时间的保鲜贮藏, 有必要结合其它方法. 6-苄氨基嘌呤 (6-BA) 属植物生长调节剂中的细胞分裂素类化合物, 能促进 δ -氨基

收稿日期: 2004-06-21; 修回日期: 2004-09-10.

基金项目: 江苏省农业科技攻关项目 (编号: BE2002320) 资助课题.

作者简介: 安建申 (1969-), 男, 河北栾城人, 食品科学与工程博士研究生.

乙酰丙酸的生物合成,抑制与叶绿素降解有关的蛋白质降解,具有保持叶片鲜绿,延迟叶片衰老的作用^[4]. 6-BA 处理可有效保持甜樱桃、柑桔、芹菜、莴苣、菠菜、甘蓝等果蔬采收后的新鲜状态,对提高果蔬品质、延长贮藏期具有重要作用^[5]. 有关芦笋的贮藏保鲜研究已有一些报道^[6~8],但有关植物生长调节剂对气调包装芦笋贮藏影响研究较少. 本实验通过 6-BA 处理芦笋对气调包装贮藏的影响进行研究,为 6-BA 在 MAP 果蔬贮藏的应用提供理论依据.

1 材料与方法

1.1 材料及处理

新鲜绿芦笋采自江苏省南通市华林农副产品有限公司园艺场,品种为玛丽华盛顿,采后 4 h 内运回实验室. 选取大小一致、粗细均匀、无开花散头、无弯曲畸形、无损伤、无病虫害、长度为 24~26 cm、直径在 10~20 mm 之间的芦笋,随机分为 3 组,每组 8 袋,每袋 150 g. 分别装入 20 cm×30 cm,0.015 mm 厚的聚乙烯薄膜袋中. 对照组(CK)不封口;MAP 处理组的 O₂,CO₂ 分别为体积分数 5% 和 8%;MAP+6-BA(上海国药集团化学试剂有限公司产品,纯度≥98%)组;MAP 的 O₂,CO₂ 体积分数同前,6-BA 质量浓度为 10 mg/kg,处理时间为 15 min. 所有处理均在(4±1)℃下贮藏.

1.2 测定指标及方法

采用静置法测定呼吸强度,以每千克鲜芦笋每小时呼出的 CO₂ 毫克数表示;用 2,6-二氯酚法测 VC;细胞膜透性采用相对电导率法^[9];丙二醛(MDA)含量测定参照林植芳的方法^[10];愈创木酚法测过氧化物酶(POD)活性,以每分钟在 470 nm 处吸光度变化 0.01 为 1 个活性单位,以 U/g 鲜重表示. O₂,CO₂ 体积分数采用 O₂,CO₂ 气体测定仪(CYES-II 型,上海嘉定学联仪表厂生产)测定;叶绿素含量测定采用分光光度法;用测色色差计(WSC-S 型,上海精密科学仪器有限公司生产,工作白板: $L^* = 91.73, a^* = -0.76, b^* = 4.05, E = 0.00$;其中 L^* 代表明度, a^* 和 b^* 为色度)测定色差;ΔE 表示芦笋贮藏期测定值(L_2^*, a_2^*, b_2^*)与贮藏前测定值(L_1^*, a_1^*, b_1^*)之差,用下式表示:

$$\Delta E = \sqrt{(L_2^* - L_1^*)^2 + (a_2^* - a_1^*)^2 + (b_2^* - b_1^*)^2}$$

2 结果与分析

2.1 6-BA 对 MAP 芦笋呼吸强度的影响

芦笋在贮藏中仍然是有生命的机体,芦笋采收

后,同化作用基本停止,呼吸作用成为新陈代谢的主导. 呼吸作用直接影响芦笋的各种生理生化过程,因此也影响着耐贮性和抗病性的发展变化. 测定芦笋呼吸强度可了解其呼吸作用的强弱和芦笋采后的生理状态,为低温和气调包装贮藏提供依据. 由图 1 可以看出,芦笋经包装处理后在贮藏初期有呼吸升高的过程,这可能与芦笋在采收时形成的切口有关. 与对照相比,经过 MAP 和 MAP+6-BA 处理芦笋的呼吸高峰明显降低、延迟,而且 MAP+6-BA 处理组芦笋的呼吸强度一直保持在较低水平.

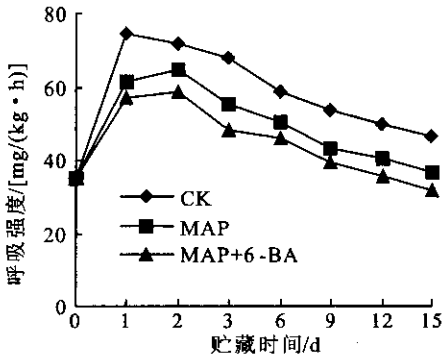


图 1 6-BA 对 MAP 芦笋呼吸强度的影响
Fig. 1 Effect of 6-BA treatment on respiration rate of MAP asparagus

2.2 6-BA 对 MAP 芦笋 VC 含量的影响

VC 在芦笋的衰老过程中具有抗氧化的作用,同时还是芦笋重要的营养指标. 图 2 结果显示,芦笋在贮藏期间 VC 质量分数在逐渐降低,在最初 3 d 内下降最为明显,而后逐渐趋于平缓;贮藏 15 d 时,对照组、MAP 组和 MAP+6-BA 组的 VC 质量分数分别为初始的 28.1%,35.6%,45.6%,达到显著差异水平($P < 0.05$).

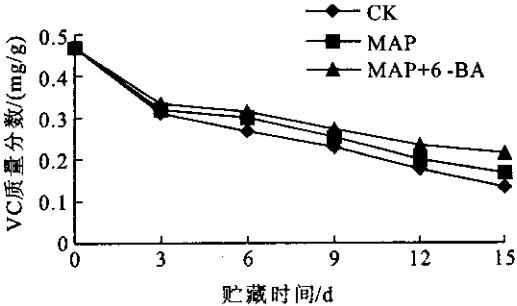


图 2 6-BA 对 MAP 芦笋 VC 质量分数的影响
Fig. 2 Effect of 6-BA treatment on VC content of MAP asparagus

2.3 6-BA 对 MAP 芦笋细胞膜透性的影响

果蔬在衰老过程中往往伴随着细胞质膜的损伤,细胞内部分电解质外渗,表现为膜透性增大. 因

此,质膜透性的测定常作为研究果蔬衰老过程中的重要生理指标^[10].膜透性变化一般以果蔬组织外渗液的电导率变化表示,外渗液的电导率增大程度可反映质膜受损伤的程度.由图 3 可知,随着贮藏期的延长,芦笋的细胞膜透性逐渐增大.与对照相比,MAP+6-BA 处理组明显抑制了细胞膜透性的增加,其膜透性仅增加了 7.69%,而 MAP 和对照、处理组则分别增加了 11.78%和 16.46%.

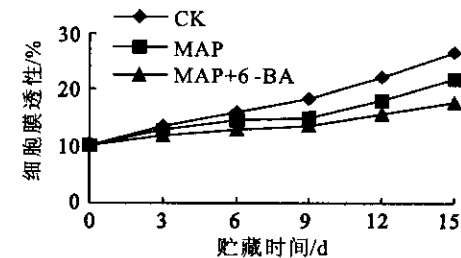


图 3 6-BA 对 MAP 芦笋细胞膜透性的影响
Fig. 3 Effect of 6-BA treatment on cell membranous permeation of MAP asparagus

2.4 6-BA 对 MAP 芦笋 POD 活性的影响

POD 是植物体内抵御活性氧伤害的重要酶类,POD 对减少活性氧积累、抵御膜脂过氧化和维护膜结构的完整性有重要作用^[11].高活性的 POD 有助于清除氧自由基,减轻过氧化作用对细胞膜造成的损伤^[12].由图 4 可以看出,芦笋在贮藏过程中,POD 活性持续降低,但经 6-BA 处理的 MAP 芦笋,可以维持 POD 活性在较高的水平上,由此提高了其对活性氧的清除能力,减轻了活性氧物质所引发的过氧化作用对芦笋细胞膜系统的伤害.

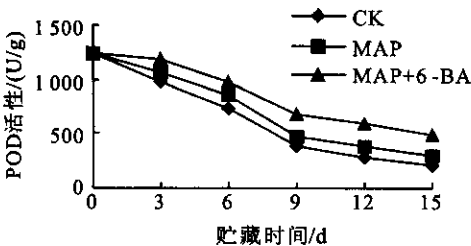


图 4 6-BA 对 MAP 芦笋 POD 活性的影响
Fig. 4 Effect of 6-BA treatment on POD activity of MAP asparagus

2.5 6-BA 对 MAP 芦笋 MDA 浓度的影响

植物细胞膜脂的过氧化作用标志着组织的衰老,MDA 是衡量膜脂过氧化的重要指标^[13].随着衰老的加剧,芦笋细胞膜结构受到破坏,其组织内 MDA 积累,浓度呈上升趋势;而经 6-BA+MAP 处理的芦笋的 MDA 浓度保持在较低水平(见图 5).这可能与 6-BA 具有减缓果蔬组织蛋白质降解、稳

定细胞膜及相关的 rRNA 结构有关^[4].

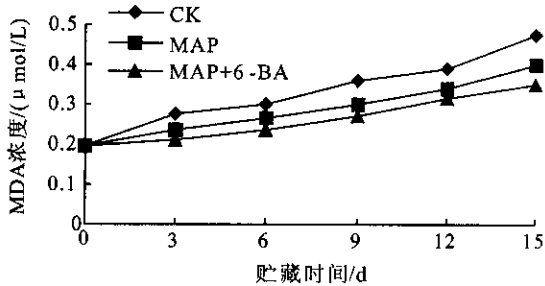


图 5 6-BA 对 MAP 芦笋 MDA 浓度的影响
Fig. 5 Effect of 6-BA treatment on MDA content of MAP asparagus

2.6 6-BA 对 MAP 芦笋色泽变化的影响

2.6.1 6-BA 对 MAP 芦笋 b^* 值变化的影响 b^* 值的大小表示芦笋的偏黄程度, b^* 值越大,芦笋颜色越黄.由图 6 可知,芦笋的 b^* 值随着贮藏时间的延长而逐渐增大,即越来越黄.在贮藏 6 d 内对照与其它两组之间没有明显差异($P>0.05$);但随着贮藏期延长,到第 15 天时,3 组之间产生了显著差异($P<0.05$).经 MAP+6-BA 处理的芦笋颜色鲜绿,贮藏效果明显好于其它两组.

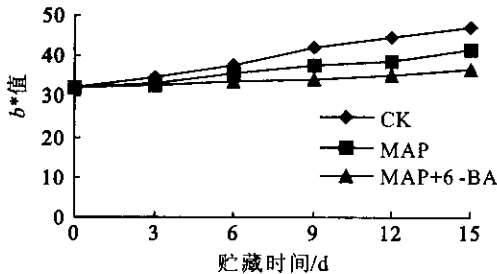


图 6 6-BA 对 MAP 芦笋色差 b^* 值的影响
Fig. 6 Effect of 6-BA treatment on b^* values of MAP asparagus

2.6.2 6-BA 对 MAP 芦笋 $\Delta E(a^*b^*)$ 值的影响 $\Delta E(a^*b^*)$ 值的变化表示贮藏后芦笋与最初的色差变化情况,该值越小,表示芦笋贮藏前后的颜色变化越小.图 7 表明,贮藏后的芦笋,其 $\Delta E(a^*b^*)$ 值逐渐升高,这与前面 b^* 值的变化相一致.在贮藏 3 d 内, $\Delta E(a^*b^*)$ 值变化不明显,但随着时间的延长, $\Delta E(a^*b^*)$ 值迅速升高,贮藏 15 d 时,对照组与其它两组的 $\Delta E(a^*b^*)$ 分别相差 24.4%和 40.8%.

2.7 6-BA 对 MAP 芦笋叶绿素含量的影响

绿色是衡量绿芦笋商品质量的重要指标之一^[14].采后芦笋在黑暗中贮藏,由于不能进行光合作用和叶绿素的降解,芦笋颜色变浅.6-BA 具有保持叶绿体结构与功能稳定、抑制与叶绿素有关分解酶活性的作用^[4].实验证明,采用 MAP+6-BA 处

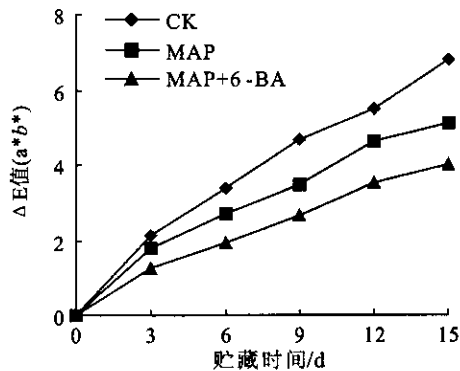


图 7 6-BA 对 MAP 芦笋 $\Delta E(a^*b^*)$ 值的影响

Fig. 7 Effect of 6-BA treatment on $\Delta E(a^*b^*)$ values of MAP asparagus

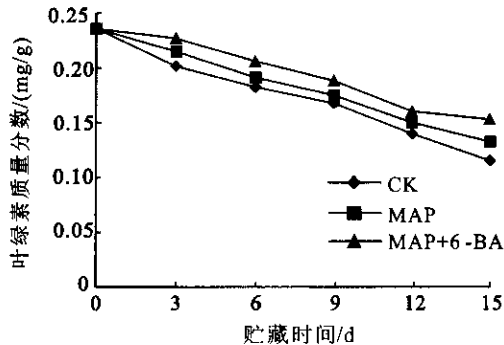


图 8 6-BA 对 MAP 芦笋叶绿素质量分数的影响

Fig. 8 Effect of 6-BA treatment on chlorophyll Content of MAP asparagus

理经 15 d 贮藏后,芦笋的褪绿现象得到有效控制(见图 8)。

3 结论与讨论

芦笋采收后,随着贮藏期的延长,嫩茎逐渐衰老,木质化程度加剧,并逐渐向顶部扩展。6-BA 处理的芦笋呼吸强度明显降低,抑制了膜透性上升和 VC 含量的下降,减少了 MDA 累积,提高了 POD 活性,延缓叶绿素的降解,因此推迟了嫩茎衰老。

6-BA 延缓离体叶片组织的衰老,一般认为,它是在转录水平上起作用。分析 6-BA 对芦笋衰老的影响原因,一是它可通过减缓内源抗氧化剂(如 VC)的分解,维持芦笋组织内活性氧代谢平衡;二是通过阻止与活性氧代谢相关酶(如 POD)活性的下降,减弱膜脂过氧化作用和质膜的损伤程度,从而抑制芦笋的生理代谢水平,延缓其采后的衰老进程。

参考文献:

[1] 胡文权,经虹. 琐谈“芦笋”[J]. 蔬菜,2002,(10):41—42.

[2] 陈泉生,马飞,杨峰,等. 出口保鲜绿芦笋加工工艺[J]. 上海蔬菜,2002,(3):10—11.

[3] Anastasios S,Evangelos M S,Constantinos C D. Modified atmosphere packaging of white asparagus spears: composition, color and textural quality responses to temperature and light[J]. *Scientia Horticulturae*, 2000,(84):1—13.

[4] 张石城,刘祖祺. 植物化学调控原理与技术[M]. 北京:中国农业出版社,1999.

[5] 周兴灏. 植物生长调节剂在蔬菜上的应用[M]. 北京:化学工业出版社,2002.

[6] 席均芳,余挺,潘旭芳,等. 芦笋保鲜技术研究[J]. 浙江农业学报,1998,10(5):259—263.

[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] Gimeno R M,Castillejo A M, Barco-Alcala E, *et al.* Determination of packaged green asparagus shelf-life [J]. *Food Microbiology*, 1998, 15:191—198.

[9] 中国科学院上海植物生理研究所,上海市植物生理学会. 现代植物生理学实验指南[M]. 北京:科学出版社,1999.

[10] 林植芳,李双顺,林桂珠,等. 水水稻叶片中的衰老超氧化物歧化酶抑制剂脂质过氧化作用的关系[J]. 植物学报,1984, 26(6): 605—615.

[11] 张燕,方力,李天飞,等. 钙对烟草叶片热激忍耐和活性氧代谢的影响[J]. 植物学通报,2002,19(6):721—726.

[12] Pankaj Kumar Bhowmik,Toshiyuki Matsui, Kazuhide Kawada, *et al.* Seasonal changes of asparagus spears in relation to enzyme activities and carbohydrate content[J]. *Sci Hortic*, 2001,(88):1—9.

[13] 关军锋,束怀瑞. 苹果果实衰老与膜质过氧化作用的关系[J]. 园艺学报,1996,23(4):326—328.

[14] 顾振新,饭本光雄,田川彰南,等. 弱光照射和无机营养供给对冷藏绿芦笋品质变化的影响[J]. 南京农业大学学报,2001, 24(4):84—88.

(责任编辑:杨 勇)