

气调包装抑制去壳雷竹笋褐变的研究

孔凡春¹, 陆胜民², 张娜¹, 王群¹

(1. 中国农业大学食品科学与营养工程学院, 北京 100083

2. 浙江万里学院农产品加工重点实验室, 浙江 宁波 315100)

摘 要: 为探索气调包装(MAP)抑制去壳雷竹笋褐变的效果, 实验研究了在气体比例为 2%O₂、5%CO₂ 和 93%N₂, 贮藏温度 10℃的条件下, 去壳雷竹笋在贮藏期间主要生理和品质的变化。结果表明, MAP 可以明显的抑制雷竹笋 MDA 的含量和 POD、PAL 的活性, 从而抑制了雷竹笋的褐变。雷竹笋的褐变是细胞区域化膜系统改变和酶促褐变共同作用的结果, 单纯多酚含量和 PPO 活性两个指标不能作为雷竹笋褐变的限制因子。

关键词: 气调包装; 雷竹笋; 贮藏; 褐变

Study on Inhibition of Browning of Peeled Bamboo Shoots with Modified Atmosphere Packaging

KONG Fan-chun¹, LU Sheng-min², ZHANG Na¹, WANG Qun¹

(1. College of Food Science and Nutritional Engineering, China Agricultural University, Beijing 100083, China

2. Key Laboratory of Agricultural Products Processing Technology, Zhejiang Wanli College, Ningbo 315100, China)

Abstract: The effectiveness of modified atmosphere packaging (MAP) on the peeled bamboo shoots (*Phyllostachys praecox*) was studied in this paper. The peeled bamboo shoots were stored at 10℃ with a combination of 2%O₂+5%CO₂+93%N₂, and the main physiological and quality parameters were monitored during storage. The results showed that MAP significantly inhibited MDA contents and POD, PAL activity, thereby prevented the browning of bamboo shoots. The browning of bamboo shoots was due to the combination of the changing of cell compartmentalization membrane system and enzymatic browning. The polyphenol and PPO activity could not be used as the indicators of browning of bamboo shoots.

Key words: MAP; bamboo shoots; storage; browning

中图分类号 TS205.9

文献标识码 A

文章编号 1002-6630(2005)01-0238-04

竹笋是竹的幼体, 通常作为蔬菜食用, 其味鲜质脆, 富含多种氨基酸和矿物质, 素有“素食第一品”之美称。雷竹笋(*Phyllostachys praecox* f. *prevenalis*)是近年发展起来的优良笋种, 因其营养丰富、美味可口也越来越受到人们的喜爱。但由于雷竹笋采后极易褐变, 并从切口处形成纤维素或木质化, 且笋期集中, 因此加工贮运困难。目前主要通过罐藏、腌制和干制来延长供应期和扩大供应范围, 但这些方法均在一定程度上降低了笋体的固有风味和营养价值。此外, 由于竹笋从土中掘出以后, 外表所带的污泥不少, 笋壳的重量也占 40% 左右, 清洗和去壳颇为繁琐, 还影响城市卫生。为此我们研究了气调包装(Modified Atmosphere Packaging, MAP)在抑制去壳雷竹笋褐变上的应用, 为 MAP 技术在雷竹笋包装贮藏中的应用提供依据。

1 材料与方法

1.1 材料

新鲜雷竹笋, 购于宁波市蔬菜批发市场。挑选长 25~30cm, 底部直径 3~4cm 的无损伤, 无病虫害的雷竹笋作为实验材料。将竹笋洗净去壳, 切除底部老莖, 用 0.04% 的 NaClO 溶液浸泡 3min, 在通风处晾干。对照组 CK 开口; A 组参照先期工作^[1], 充入比例为 2% O₂, 5% CO₂ 和 93% N₂ 的气体。两组均用 0.04mm 厚的聚乙烯(PE)袋包装, 每包 3 支, 置于 10 ± 0.5℃, 相对湿度为 92% 的冷库中。每个处理重复 3 次, 每 2d 测定相应指标。

1.2 测定项目与方法

1.2.1 褐变指数的测定 参照 González-Aguilar^[2] 的方

收稿日期: 2003-12-08

作者简介: 孔凡春(1980-), 男, 硕士研究生, 从事农产品加工与贮藏研究。

法,依据笋块表面褐变面积的大小,将褐变程度分为:0级(无褐变)、1级(轻微褐变)、2级(轻度褐变)、3级(中度褐变)、4级(严重褐变)、5级(极严重褐变)。计算公式:褐变指数 = Σ (褐变级别 \times 该级别数)/检查总数。

1.2.2 丙二醛(malondialdehyde, MDA)和苯丙氨酸解氨酶(phenylalanine ammonialyase, PAL)的测定 参照文献[3]的方法。

1.2.3 过氧化物酶(peroxidase, POD)活性的测定 参照李合生^[4]的方法。

1.2.4 多酚含量的测定 参照李焕秀^[5]的方法。

1.2.5 多酚氧化酶(polyphenoloxidase, PPO)活性的测定 参照Yong^[6]的方法。

2 结果与分析

2.1 MAP 雷竹笋包装袋内气体成分的变化

包装袋内气体成分的变化如图1所示。 O_2 含量在贮藏初期急剧下降,由2%下降到0.78%,以后持续下降,但下降幅度减小,至第10d时降至0.38%; CO_2 则呈平缓上升的趋势,由最初的5.0%上升至最终的5.9%。徐亚光^[7]的研究表明,竹笋去壳后的呼吸强度比未去壳时高出40%,而切分后的呼吸强度是未去壳时的将近2倍。在本实验中,受呼吸强度剧增的影响,包装袋内 O_2 的浓度急剧下降,并维持在0.4%~0.8%之间,如此低的 O_2 浓度可以抑制果蔬的褐变,这与Soliva^[8]用低氧的气调包装(100% N_2)来抑制鲜切梨褐变的报道是一致的。

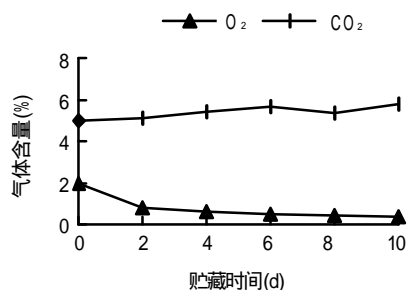


图1 去壳雷竹笋贮藏过程中气体成分变化

Fig.1 The changes of gas components during storage of peeled bamboo shoots

2.2 MAP 对去壳雷竹笋褐变指数的影响

MAP 对去壳雷竹笋褐变指数的影响如图2所示。CK组的褐变指数急剧上升,第4d时已达3,笋体表面大部分已经褐变;第6d后褐变指数达4,已接近完全褐变,失去食用价值。贮藏前6d, A组并没有发生褐变,第8d起开始褐变,第10d时褐变指数达1.2,属于轻微褐变,依然有商品价值和食用价值。与对照相比,MAP处理极显著($p < 0.01$)抑制了雷竹笋的褐变。

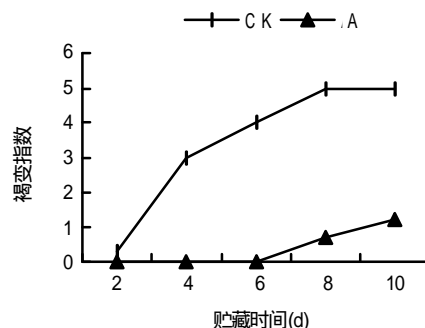


图2 MAP对去壳雷竹笋褐变指数的影响

Fig.2 Effect of MAP on browning index of peeled bamboo shoots

2.3 MAP 对去壳雷竹笋MDA的影响

MAP 对去壳雷竹笋MDA的影响如图3所示。细胞衰老时,往往发生膜脂过氧化作用,从而破坏其完整性以改变膜透性,促使组织衰老。脂质过氧化产物MDA含量可以直接反映植物体膜脂的过氧化程度。CK组的MDA先升高,在第4d时达到最高点,第6d急剧下降,以后基本维持不变。A组MDA的含量第6d时下降到最低点,以后逐渐上升。雷竹笋切割后产生的机械损伤破坏了细胞的结构,膜脂的过氧化作用加强,故在贮藏初期雷竹笋的MDA含量很高。CK组由于衰老过程加剧,在第4d时MDA含量达到最高,此时雷竹笋已经发生中度褐变,第6d时雷竹笋已严重褐变,此后MDA含量也维持不变。A组MDA含量先下降,在贮藏后期其含量又升高,但最高值(1.29 μ mol/g)仍低于初始值(1.42 μ mol/g),说明MAP处理可以抑制MDA含量的上升,延缓细胞的衰老。

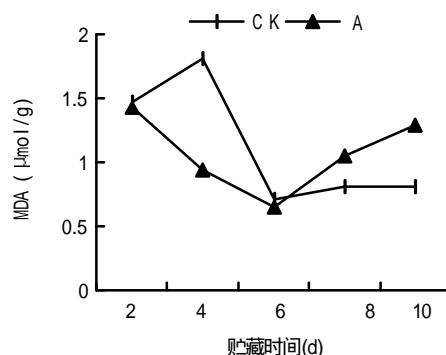


图3 MAP对去壳雷竹笋MDA含量的影响

Fig.3 Effect of MAP on MDA contents of peeled bamboo shoots

2.4 MAP 对去壳雷竹笋POD和PAL活性的影响

MAP 对雷竹笋POD活性的影响如图4所示,随着贮藏时间的延长,CK组与A组均呈上升趋势,但CK组POD活性要远高于A组,第4d时POD活性就是A组的2倍,两者之间差异达显著水平($p < 0.05$)。与对照

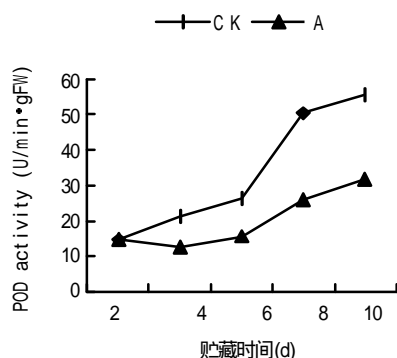


图4 MAP对去雷竹笋POD活性的影响

Fig.4 Effect of MAP on POD activity of peeled bamboo shoots

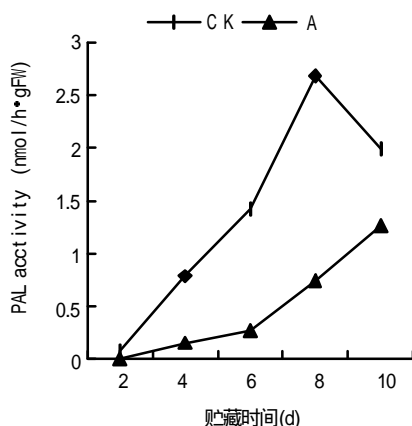


图5 MAP对去雷竹笋PAL活性的影响

Fig.5 Effect of MAP on PAL activity of peeled bamboo shoots

组相比, MAP 处理明显地抑制了雷竹笋 POD 活性。由图 5 可知, 在贮藏过程中, CK 组的 PAL 活性逐渐增加, 于第 8d 达最大值, 之后下降; A 组 PAL 活性一直上升, 但较对照组增加缓慢, 两者之间差异达极显著水平 ($p < 0.01$)。与对照组相比, MAP 处理极显著地抑制了雷竹笋 PAL 活性。

2.5 MAP 对去壳雷竹笋多酚和多酚氧化酶的影响

MAP 对去壳雷竹笋多酚的影响如图 6 所示。CK 组多酚含量先上升, 于第 4d 时达到最大值, 之后持续下降。A 组先下降, 于第 4d 时下降到最低点, 之后上升并基本维持不变。CK 组在第 4d 时已中度褐变, 褐变之后多酚的含量减少, 随着褐变程度的加深, 多酚的含量也进一步减少。在贮藏过程中 A 组没有发生褐变, 多酚的含量也没有太大变化。贮藏初期, 机械损伤引起雷竹笋多酚含量的升高, 对照组多酚含量上升并引发褐变, 而 MAP 处理则降低了雷竹笋多酚含量, 从而延缓了雷竹笋的褐变。MAP 对去壳雷竹笋 PPO 活性的影响如图 7 所示。CK 组与 A 组的 PPO 活性均先上升

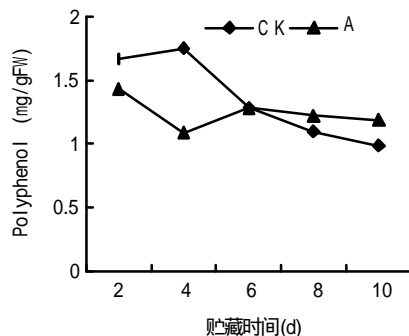


图6 MAP对去雷竹笋多酚含量的影响

Fig.6 Effect of MAP on polyphenol contents of peeled bamboo shoots

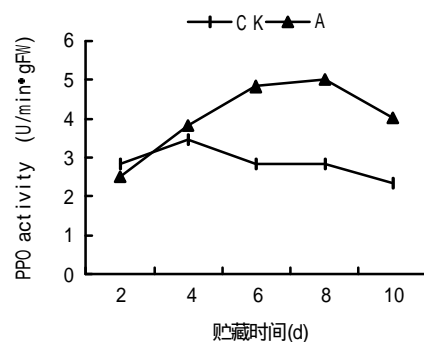


图7 MAP对去壳雷竹笋PPO活性的影响

Fig.7 Effect of MAP on PPO activity of peeled bamboo shoots

后下降, CK 组在第 2d 时达最大值, 而 A 组在第 8d 达到最大值。除第 2d A 组的 PPO 活性低于 CK 组外, 其他贮藏时间均高于 CK 组, 两者差异达显著水平 ($p < 0.05$), 说明 MAP 处理并没有抑制雷竹笋 PPO 活性。

3 讨论

雷竹笋不耐贮藏, 采后很容易发生褐变。在常温下, 带壳雷竹笋采后 2d 即发生褐变^[9], 而去壳、切割等外部条件可以加速雷竹笋的褐变。雷竹笋的褐变是酶促褐变, 引起褐变的主要多酚物质是绿原酸^[9]。绿原酸是一种苯丙烷衍生物, 广泛存在于鸭梨、苹果、桃^[10]、椰子^[11]中。PPO 是引起果蔬褐变的主要酶类, 它可以催化氧化邻位二元酚和三元酚化合物, 导致酶促褐变^[12]。POD 是氧自由基的清除剂, 可以催化 H_2O_2 变成 H_2O , 其活性的大小可以反映细胞内氧自由基的多少。李植芳^[13]指出, POD 活性上升并参与酚类物质的氧化和聚合而导致果皮褐变。苯丙烷类代谢途径可以生成肉桂酸、肉桂醇、香豆素和绿原酸等酚类物质, 而 PAL 是苯丙烷类代谢途径的关键酶, 因此 PAL 活性的高低可以反映褐变底物的多少。另外, 酚类物质分布于液泡中, 而 PPO、POD 则位于细胞壁、细胞膜和细胞质中, 这

种区域化分布阻止了底物与酶的接触,因而避免了正常组织中酶促褐变的发生^[14]。

本实验的结果表明,对照组在前4d内MDA的含量明显升高,表明细胞膜脂发生了过氧化作用,细胞的膜透性增大,引起了与形成区域化有关膜系统的破坏,使底物与酶的互相接触,引起了雷竹笋的褐变。贮藏过程中,对照组的POD和PAL活性持续升高,对应着雷竹笋褐变程度不断加深。对照组发生中度褐变后,多酚由于参与了酶促反应,含量开始减少。随褐变程度的增加,PP0的活性也降低,这与前人在香蕉^[15]、梨^[16]上的研究结果类似,其原因一方面可能是酚类物质氧化成醌和进一步聚合时消耗掉一部分底物和PP0;另一方面可能是褐变组织中PP0受较低的酶反应底物与较高的产物所制约。在贮藏过程中,MAP处理的雷竹笋多酚含量和PP0活性均高于对照组,但褐变程度却远低于对照组,作者认为有以下几个原因:①MAP雷竹笋的MDA含量在贮藏中呈总体下降趋势,说明与形成区域化有关膜系统并未遭到破坏,底物与酶不能接触,故未发生褐变;②MAP雷竹笋的POD和PAL活性也显著低于对照组,雷竹笋褐变受到了抑制;③贮藏期间MAP处理组中O₂含量(0.4%~0.8%)远低于对照组,低氧的环境也抑制了雷竹笋的酶促褐变。由此可见,在雷竹笋的贮藏过程中,MAP可以抑制细胞膜脂过氧化作用、抑制POD和PAL的活性、维持包装袋内低氧的气体环境,从而抑制了雷竹笋的褐变。多酚含量与PP0活性不能作为判断雷竹笋褐变程度的指标。

参考文献:

- [1] 孔凡春,陆胜民,王群. MAP保鲜去壳雷竹笋的初步研究[J]. 保鲜与加工, 2003, (6): 24-25
- [2] G A Gonz ález-Aguilar, C Y Wang, J G Buta. Maintaining quality of fresh-cut mangoes using antibrowning agents and modified atmosphere packaging[J]. Journal of Agriculture Food Chemical, 2000, 48: 4204-4208.
- [3] 上海市植物生理学学会. 现代植物生理学实验指南[M]. 北

京: 科学出版社, 1999. 305-324.

- [4] 李合生. 植物生理生化实验原理和技术[M]. 北京: 高等教育出版社, 2000. 162-164.
- [5] 李焕秀, 王乔春, 李春秀. 梨芽和茎尖多酚氧化酶活性和总酚含量的初步研究[J]. 四川农业大学学报, 1994, 2(2): 218-222.
- [6] Yong K Park, Helia H Sato, Tania D Aameida. Polyphenol oxidase of mango (*Mangifera indica* var. Haden) [J]. J Food Sci, 1980, 45: 1619-1621.
- [7] 徐亚光. MP竹笋品质劣变机理以延长货架期技术研究[D]. 北京: 中国农业大学食品科学与营养工程学院, 2003.
- [8] Soliva-Fortuny RC, Biosca-Biosca M, Grigelmo-Miguel N, et al. Browning, polyphenol oxidase activity and headspace gas composition during storage of minimally processed pears using modified atmosphere packaging [J]. Journal of the Science of Food and Agriculture, 2002, 82(13): 1490-1496.
- [9] 张芝芬, 杨文鸽, 韩素珍, 等. 不同贮藏条件下竹笋苯丙氨酸解氨酶的活性变化[J]. 宁波大学学报(理工版), 2000, 23(4): 35-38.
- [10] 吴耕西, 周宏伟, 汪建民. 鸭梨酶促褐变的生化机制及底物鉴定[J]. 园艺学报, 1999, 19(3): 198-202.
- [11] 蒋跃明, 张东林, 刘淑娴, 等. 椰子褐变底物的初步研究[J]. 植物生理学通讯, 1992, 28(5): 347-349.
- [12] 谭兴杰, 李月标. 荔枝(*Litchi chinensis*)果皮多酚氧化酶的部分纯化及性质[J]. 植物生理学通讯, 1986, (4): 23-26.
- [13] 林植芳, 李双顺, 张东林, 等. 采后荔枝果实中氧化和过氧化作用的变化[J]. 植物学报, 1988, 30(4): 382-387.
- [14] 鞠志国, 朱广廉. 水果贮藏期间的组织褐变问题[J]. 植物生理学通讯, 1988, 24(4): 46-48.
- [15] 蒋跃明, 陈绵达, 林植芳, 等. 香蕉低温酶促褐变[J]. 植物生理学报, 1991, 17(2): 157-163.
- [16] Larriгаudiere C, Lenthéric L, Vengrel i M. Relationship between enzymatic browning and internal disorders in controlled atmosphere stored pears [J]. J Amer Soci Hort Sci, 1998, 78: 232-236.



日本发现水稻茎叶制品可改善便秘状况

日本最新研究发现,食用水稻茎叶制品可改善人体便秘状况。

研究人员以水稻幼嫩青叶和茎梗等为原料,经洗净切断,热烫(用70℃蒸汽蒸60s)后干燥成粉,再经140℃、40秒钟杀菌,用100目筛筛分,制造出干燥粉末制品。

实验分析结果表明,稻粉含有食物纤维、糖质和多酚等多种成分。便秘患者摄取约3g稻粉后,有排便次数及排便量增加的效果。