

DOI:10.3969/j.issn.1000-1298.2010.07.027

纳他霉素对芦笋品质及内源游离态多胺含量的影响^{*}

魏云潇¹ 刘振峰¹ 叶兴乾¹ 马力量² 周玉翔²

(1. 浙江大学生物系统工程与食品科学学院, 杭州 310029; 2. 浙江新昌县群星实业有限公司, 绍兴 312500)

【摘要】 为考察纳他霉素在芦笋保鲜中的作用,研究了不同浓度纳他霉素处理后芦笋的呼吸速率、色泽、剪切力、失重率、细菌和霉菌数量等芦笋品质指标及游离态多胺的变化。研究表明:纳他霉素可有效抑制芦笋的呼吸速率,降低其失重率,较好地保持芦笋的外观色泽,维持芦笋的质地在一定水平内,能降低芦笋贮藏过程中的霉菌1~3个数量级。纳他霉素还可抑制腐胺含量的上升,使精胺和亚精胺出峰时间缩短且峰值增加。

关键词: 芦笋 保鲜 品质 纳他霉素 游离态多胺

中图分类号: TS205 **文献标识码:** A **文章编号:** 1000-1298(2010)07-0128-04

Effect of Natamycin on Quality and Free Polyamines of Postharvest Asparagus

Wei Yunxiao¹ Liu Zhenfeng¹ Ye Xingqian¹ Ma Liliang² Zhou Yuxiang²

(1. School of Biosystems Engineering and Food Science, Zhejiang University, Hangzhou 310029, China

2. Zhejiang Xinchang Star Industrial Co., Ltd., Shaoxing 312500, China)

Abstract

In order to determine the impacts of natamycin on postharvest asparagus, respiratory rate, color, shear force, weight loss, free polyamines, bacterial and mold count were examined under low temperature. The results indicate that the natamycin treatments reduce respiratory rates of asparagus, inhibit the increases of weight loss and putrescine content, and cut down the total molds of 1~3 orders of magnitude effectively. The peaks of spermine and spermidine appear earlier in natamycin treatments and their contents are increased. Moreover, the asparagus with natamycin has better appearance and texture.

Key words Asparagus, Refreshment, Quality, Natamycin, Free polyamines

引言

芦笋(*Asparagus officinalis* L.)采后易褪绿变质,组织极易木质化,常温下仅3~5 d的货架期。此外,切割等机械伤使芦笋组织更易受到破坏,受微生物和病菌的污染,进而使芦笋生理及代谢活动都发生不同程度的改变。

纳他霉素(natamycin)是一种很强的抗真菌试剂,能有效地抑制酵母菌和霉菌的生长,阻止丝状真菌中黄曲霉毒素的形成^[1]。与其他抗菌成分相比,纳他霉素对哺乳动物细胞的毒性极低。1982年

6月,美国FAD正式批准纳他霉素可以用作食品防腐剂,还将其归类为GRAS产品之列^[2]。我国1996年食品添加剂委员会对纳他霉素进行评价并建议批准使用,其商品名称为霉克(natamaxin),目前已被批准应用于乳制品、肉类、水果、饮料等许多食品工业中。纳他霉素对微生物的效果已有大量研究证明^[3],但未见有纳他霉素对蔬菜水果保鲜的报道,本文以芦笋为试材,研究纳他霉素对其品质和内源游离态多胺的影响,以探索纳他霉素对芦笋保鲜的效果。

收稿日期:2009-07-29 修回日期:2009-09-30

^{*} 国家“863”高技术研究发展计划资助项目(SQ2007AA10XK140105)和浙江省“十一五”重大科技项目(2007C12087)

作者简介:魏云潇,博士生,主要从事食品科学研究,E-mail:lvwyx@163.com

通讯作者:叶兴乾,教授,博士生导师,主要从事食品工艺与质量控制研究,E-mail:psu@zju.edu.cn

1 试验材料与方法

1.1 试验材料与仪器

芦笋原料由浙江省新昌县群星实业有限公司提供,纳他霉素购于浙江银象工程有限公司。组织捣碎机(DS-I型),物料分析仪(TA-XT2i型),全自动色差计(SC-80C型),高效液相色谱仪(Waters 1525型)。

1.2 处理方法

剪去芦笋样品下端白色部分,裁切成27 cm长。将纳他霉素配制成以下4组质量比:对照(0 mg/kg);28 mg/kg;280 mg/kg;2 800 mg/kg。

芦笋均浸泡10 min,自然晾干1 h。用30 cm × 25 cm × 0.025 mm聚乙烯袋(PE)包装,每袋装(500 ± 20) g,每个处理10袋,共装40袋。

将芦笋放置于(2 ± 2)℃冰箱中(采摘第1天看作实验第0天,测其相关数值)。每隔7 d在每一质量比任意3袋中各取(100 ± 20) g混合,取距底部8~12 cm处测定呼吸速率、色泽、剪切力、失重率、细菌和霉菌数量。芦笋液氮速冻后,密封放置于-80℃低温冰箱保存,用于测定游离态多胺含量变化。

1.3 测定方法

1.3.1 呼吸速率

采用静置法测定^[4]。

1.3.2 色泽

采用全自动色差计测定芦笋颜色变化。用三刺激色值(L^* , a^* , b^*)表示。其中 L^* 表示亮度; a^* 负数表示偏绿,正数表示偏红; b^* 负数表示偏黄,正数表示偏蓝。工作白板: $L^* = 100.2$, $a^* = -0.41$, $b^* = 0.33$ 。色度角 $H = \cot(b^*/a^*)$, 色差 $\Delta E^* = \sqrt{(L^* - 100.2)^2 + (a^* + 0.41)^2 + (b^* - 0.33)^2}$ ^[5]。结果取两次读数的平均值表示。

1.3.3 剪切力

剪切力可以表示芦笋茎段的质地。最大剪切力由质地检测仪测定。TA-XT2i型分析仪探头直径为5 mm。每个切应力试验的初始速度为2 mm/s,接触物品速度为1 mm/s。

1.3.4 失重率

采用称重法测定,失重率计算公式为

$$k = (1 - W_2/W_1) \times 100\%$$

式中 W_2 ——测定当天芦笋质量

W_1 ——第0天芦笋质量

1.3.5 菌落总数

参照 GB/T 4789.15—2003,分别采用马铃薯葡萄糖琼脂培养基和牛肉膏蛋白胨琼脂培养基测定霉

菌和细菌。

1.3.6 多胺含量

参照文献[6]改进的方法。取样10 g,放入到50 mL质量浓度5 g/mL的高氯酸中高速组织捣碎机匀浆,于冰浴中放置12 h,4℃低温下10 000 g离心30 min,将上清液装入试管中置于-80℃保存备用。吸取待测提取液5 mL,加入5 mL 2 mol/L NaOH和25 μL苯甲酰氯,震荡15 s后,于30℃恒温箱下保温45 min,然后加入10 mL饱和NaCl溶液和6 mL无水乙醚,充分震荡后静止,1 500 g离心5 min,待分层后吸取上层醚相5 mL于新离心试管中,氮气吹干,残基用0.5 mL乙腈溶解,经0.45 μm有机滤膜过滤待用。

供作标准样品的腐胺(Put)、亚精胺(Spd)、精胺(Spm)为Sigma产品。高效液相色谱仪检测器波长254 nm,色谱柱ODS-3型(4.6 × 250 mm),流动相为乙腈/水(体积比为40:60),流速1.0 mL/min。柱温30℃,进样量为20 μL,外标法定量计算。

2 结果与分析

2.1 呼吸速率

呼吸作用直接影响芦笋的各种生理生化过程,同时影响着耐贮性、抗病性的发展变化。由图1可知,芦笋属于非呼吸跃变型蔬菜,对照和纳他霉素处理的芦笋呼吸速率变化趋势一致,表现为前7 d呈现下降趋势,此后逐渐上升。低温促使芦笋呼吸速率在前7 d贮藏中暂时下降。纳他霉素可促使芦笋在低温下呼吸速率下降,且质量比越高效果越明显。280 mg/kg和2 800 mg/kg处理对芦笋呼吸速率的抑制达到显著水平($P < 0.05$),彼此间差异不显著。

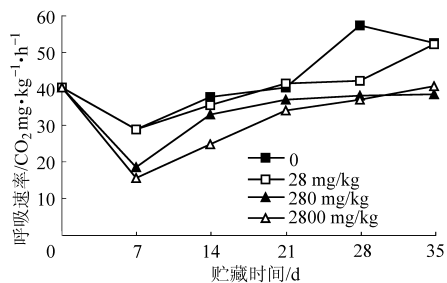


图1 纳他霉素对芦笋呼吸速率的影响

Fig. 1 Effect of natamycin treatments on respiration rate of asparagus

2.2 色泽

绿芦笋含有丰富的叶绿素,贮藏过程中表皮叶绿素逐渐降解而导致其颜色发生改变。 L^* 值、 a^* 值、色度角和色差是衡量色泽的重要指标。如图2所示,芦笋采后 L^* 值和 a^* 值变化一致,表现为上升趋势,而色度角和色差变化一致,呈现下降趋势。

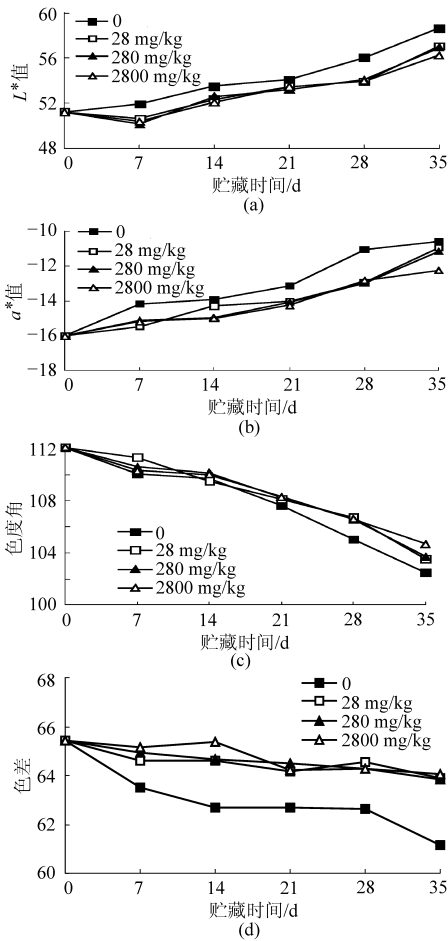


图2 纳他霉素对芦笋色泽的影响

Fig. 2 Effect of natamycin treatments on color of asparagus

纳他霉素明显抑制冷藏条件下芦笋 L^* 值的上升,其中在贮藏初期 7 d、后期 28~35 d 对 L^* 值的抑制达到显著水平。纳他霉素也抑制了芦笋贮藏期间 a^* 值的增大,2 800 mg/kg 处理对 a^* 值的抑制达到显著水平。纳他霉素同时也延缓了色度角和色差的下落,其中对色差的影响达到显著水平,对色度角的影响不显著。总之,纳他霉素对芦笋颜色的保持起积极作用,质量比越高效果越明显。

2.3 失重率

如图 3 所示,在贮藏初期 7 d 纳他霉素处理芦笋的失重率效果不明显,7 d 后失重率明显降低。纳他霉素对芦笋失重率的影响随质量比增加影响逐渐明显,但仅在 35 d 时 280、2 800 mg/kg 处理对失重率的影响达到显著水平 ($P < 0.05$)。

2.4 剪切力

芦笋的质地变化一般用剪切力表示,它是表示芦笋木质化及衰老程度的重要指标。由图 4 可知,芦笋采收贮藏过程中,剪切力先逐渐上升,在 14 d 左右达到高峰后下降。由于芦笋极易木质化,剪切力在初期升高,后期则因失水老化而迅速下降。纳他霉素处理可保持芦笋的质地,使剪切力恒定在一

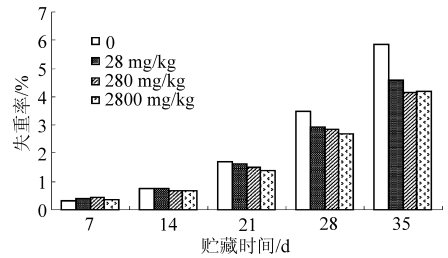


图3 纳他霉素对芦笋失重率的影响

Fig. 3 Effect of natamycin treatments on weight loss of asparagus

定范围水平,防止在其初期上升及后期的下降,为贮藏运输提供好的条件,3 个不同质量比在 35 d 时对剪切力的影响达到显著水平 ($P < 0.05$)。

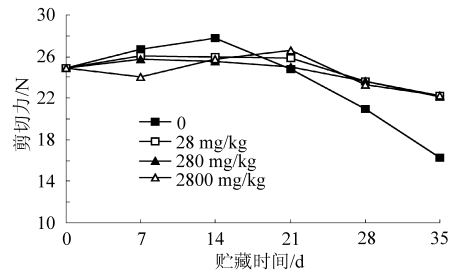


图4 纳他霉素对芦笋剪切力的影响

Fig. 4 Effect of natamycin treatments on shear force of asparagus

2.5 菌落总数

从表 1 可知,随着纳他霉素质量比的增加,对芦笋霉菌数量抑制逐渐明显,使芦笋霉菌数量减少 1~3 个数量级,同时也降低表面细菌数量(表 2)。芦笋腐烂主要是由于霉菌的侵袭造成的,纳他霉素作为真菌抑制剂可以低质量比高效率地抑制真菌的生长,从而降低芦笋霉菌数量,减少因微生物造成的腐烂,其中 280 mg/kg 比较适宜。

表 1 纳他霉素对芦笋采收后贮藏霉菌菌体浓度的影响

Tab. 1 Effect of natamycin treatments on total

纳他霉素质量比/mg·kg ⁻¹	贮藏时间/d				
	7	14	21	28	35
0	244	2.98×10^3	1.03×10^4	2.78×10^4	3.26×10^4
28	27.6	1.68×10^2	2.26×10^2	1.48×10^3	3.96×10^3
280	< 10	< 10	< 10	15	26.8
2 800	< 10	< 10	< 10	11	27.4

2.6 多胺含量

多胺是一类具有生物活性的低分子量脂肪族含氮碱化合物,与种子萌发、细胞分裂和组织分化、果实形成等方面密切相关。芦笋中多胺中以 Spd 和 Put 为主,Spm 含量最低(图 5)。冷藏条件下,芦笋 Put 含量呈上升趋势,纳他霉素抑制芦笋 Put 含量的

表 2 纳他霉素对芦笋采后贮藏细菌菌体浓度的影响

Tab. 2 Effect of natamycin treatments on total bacterial count of asparagus

cfu/g

纳他霉素质 量比/ $\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$	贮藏时间/d				
	7	14	21	28	35
0	6.94×10^4	5.54×10^6	6.45×10^6	1.22×10^7	1.96×10^6
28	7.06×10^4	4.48×10^6	1.52×10^6	6.06×10^6	1.18×10^6
280	6.14×10^4	2.03×10^6	1.88×10^7	9.33×10^6	1.54×10^6
2800	6.54×10^4	2.79×10^6	6.29×10^6	9.00×10^6	1.15×10^6

升高。芦笋 Spd 含量呈现先上升后下降趋势。芦笋对照 Spd 含量于 14 d 达到高峰, 而纳他霉素处理 Spd 高峰出现在 7 d 并提高峰值, Spd 含量分别为对照的 109.6%、109.8%、116.4%。其中, 7~14 d 纳他霉素处理后芦笋 Spd 含量与对照差异达到显著水

平 ($P < 0.05$)。Spm 含量变化趋势与 Spd 类似。Spm 含量在 21 d 达到最大值, 纳他霉素处理的芦笋于 7 d 达到高峰, 并提高峰值, 分别比对照峰值增加 61.3%、65.5%、71.8%。其效果与纳他霉素的质量比有关, 质量比越高效果越明显。

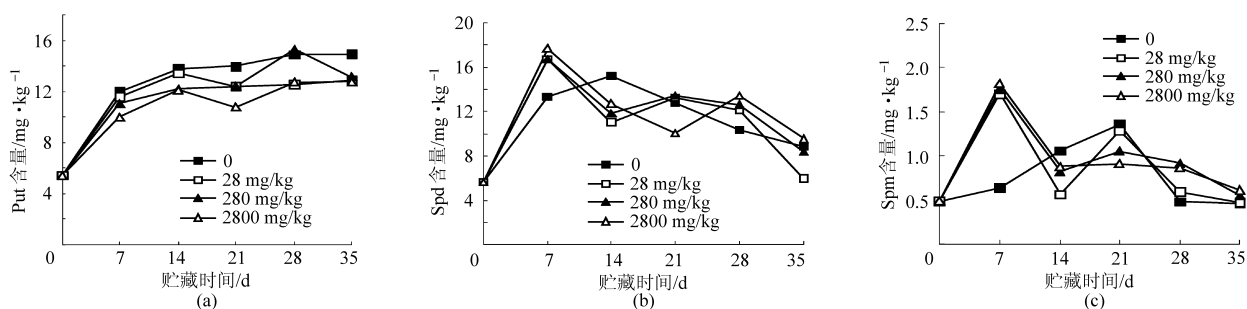


图 5 纳他霉素对芦笋多胺的影响

Fig. 5 Effect of natamycin treatments on polyamines of asparagus

3 讨论

一般研究认为植物在遭受各种胁迫时会导致 Put 大量积累, 而 Spd 和 Spm 含量不变^[7-8]。本实验中的芦笋在冷藏条件下, 游离态 Put 含量逐渐升高, 而 Spd 和 Spm 含量出现高峰后下降。纳他霉素抑制芦笋 Put 升高, 促使 Spd 和 Spm 的高峰提前并增加峰值。纳他霉素作为一种真菌抑制剂, 它破坏细胞质膜的渗透性而引起菌内氨基酸、电解质等重要物质渗出而死亡^[9], 而其对芦笋保鲜的机理及对多胺的影响是否与其对植物组织细胞壁透性有关

仍需进一步研究确认。

4 结束语

绿芦笋老化主要与色泽和质地的变化有关, 质地和色泽也是评价其品质的重要指标。经本文研究, 纳他霉素对芦笋的贮藏起积极作用, 降低呼吸速率, 保持其色泽和质地, 使霉菌总数降低 1~3 个数量级, 同时也减少了细菌的产生。生产实践中, 推荐使用质量比为 280 mg/kg 的纳他霉素保持芦笋的品质, 并抑制其霉菌生长。

参 考 文 献

- Pedersen J C. Natamycin as a fungicide in agar media[J]. Applied and Environmental Microbiology, 1992, 58(3): 1064~1066.
- 何艳玲, 郭建国, 路福平, 等. 间歇补料分批发酵提高纳他霉素产量[J]. 药物生物技术, 2002, 9(4): 224~226.
He Yanling, Wu Jianguo, Lu Fuping, et al. Fed-batch fermentation to improve the yield of natamycin[J]. Pharmaceutical Biotechnology, 2002, 9(4): 224~226. (in Chinese)
- 胡云峰, 邢亚阁, 封丽, 等. 含纳他霉素天然保鲜果蜡的制备与应用[J]. 农业机械学报, 2009, 40(3): 139~142.
Hu Yunfeng, Xing Yage, Feng Li, et al. Applications and preparation of natural fruit wax with natamycin[J]. Transactions of the Chinese Society for Agricultural Machinery, 2009, 40(3): 139~142. (in Chinese)
- 南京大学. 无机及分析化学实验[M]. 北京: 高等教育出版社, 2000.
- Anastasios S S, Constantinos C D, Evangelos M S. Color development in harvested white asparagus spears in relation to carbon dioxide and oxygen concentration[J]. Postharvest Biology and Technology, 2001, 23(3): 209~214.

- for the Maritime Environment, 2004, 218(2): 127 ~ 138.
- 4 苗海滨,武文斌,任新广. 浅谈大型机泵轴向力过平衡问题[J]. 水泵技术, 2009(4): 23 ~ 25.
Miao Haibin, Wu Wenbin, Ren Xinguang. Research on the balance of axial force in the large pump[J]. Pump Technology, 2009(4): 23 ~ 25. (in Chinese)
 - 5 胡敬宁,潘金秋,杨孙圣,等. 海水淡化用高压泵轴向力数值模拟计算与试验对比[J]. 流体机械, 2009, 37(7): 8 ~ 12.
Hu Jingning, Pan Jinqiu, Yang Sunsheng, et al. Axial thrust numerical calculation compared with experimental result of high pressure pump for seawater desalination[J]. Fluid Machinery, 2009, 37(7): 8 ~ 12. (in Chinese)
 - 6 高扬,李增亮. 井下螺旋轴流式多相混抽泵轴向力计算及平衡[J]. 石油机械, 2009, 37(11): 25 ~ 28.
Gao Yang, Li Zengliang. The calculation and balance of the axial force of borehole helico-axial multi-phase pump[J]. China Petroleum Machinery, 2009, 37(11): 25 ~ 28. (in Chinese)
 - 7 何希杰,周广凤,潘金秋,等. 海水淡化多级泵轴向力试验[J]. 排灌机械, 2009, 27(2): 105 ~ 110.
He Xijie, Zhou Guangfeng, Pan Jinqiu, et al. Experiment for axial thrust of multi-stage pump for seawater desalination[J]. Drainage and Irrigation Machinery, 2009, 27(2): 105 ~ 110. (in Chinese)
 - 8 张启华,施卫东,陆伟刚,等. 新型深井离心泵轴向力的数值计算及平衡分析[J]. 排灌机械, 2007, 25(6): 7 ~ 10.
Zhang Qihua, Shi Weidong, Lu Weigang, et al. Numerical calculation of axial force and balancing on new-type deep well pump[J]. Drainage and Irrigation Machinery, 2007, 25(6): 7 ~ 10. (in Chinese)
 - 9 施卫东,李启锋,陆伟刚,等. 基于 CFD 的离心泵轴向力计算与试验[J]. 农业机械学报, 2009, 40(1): 60 ~ 63.
Shi Weidong, Li Qifeng, Lu Weigang, et al. Estimation and experiment of axial thrust in centrifugal pump based on CFD[J]. Transactions of the Chinese Society for Agricultural Machinery, 2009, 40(1): 60 ~ 63. (in Chinese)
 - 10 Van H K, Bailey J, Majumdar A. Numerical prediction of transient axial thrust and internal flows in a rocket engine turbo pump[C]//35th AIAA/ASME/SAE/ASEE Joint Propulsion Conference and Exhibit, Los Angeles, 1999.
 - 11 Caridad J, Kenyery F. CFD analysis of electric submersible pumps (ESP) handling two-phase mixtures [J]. Journal of Energy Resource Technology, Transactions of the ASME, 2004, 126(2): 99 ~ 102.
 - 12 郑建华,孙玉琢,刘志军,等. 多级离心泵的轴向力研究[J]. 水泵技术, 1994(4): 7 ~ 14.
Zheng Jianhua, Sun Yuzhuo, Liu Zhijun, et al. Research on axial force of multi-stage centrifugal pump [J]. Pump Technology, 1994(4): 7 ~ 14. (in Chinese)
 - 13 陈广川. 50CHTA/6 型给水泵轴向力平衡分析[J]. 电站辅机, 2006(4): 38 ~ 41.
Chen Guangchuan. Analysis of axial forces balance on 50CHTA/6 feed water pump[J]. Power Station Auxiliary Equipment, 2006(4): 38 ~ 41. (in Chinese)
 - 14 严俊峰,陈炜,蒲光荣. 叶轮盖板侧的流动对离心泵泄漏量的影响[J]. 火箭推进, 2007(3): 20 ~ 25.
Yan Junfeng, Chen Wei, Pu Guangrong. The effect of flow in the impeller shroud on the leakage rate in a centrifugal multiphase pump[J]. Journal of Rocket Propulsion, 2007(3): 20 ~ 25. (in Chinese)
 - 15 [波兰]特罗斯科兰斯基 A T. 叶片泵计算与结构[M]. 北京:机械工业出版社, 1981.

(上接第 131 页)

- 6 Flores H E, Galston A W. Analysis of polyamines in higher plants by high performance liquid chromatography[J]. Plant Physiology, 1982, 69(3): 701 ~ 706.
- 7 Flores H E, Galston A S. Osmotic stress-induced polyamine accumulations in cereal leaves. II. Relation to amino acid pools [J]. Plant Physiology, 1984, 75(1): 110 ~ 113.
- 8 Flores S A, Walter G B. Polyamine concentrations and arginine decarboxylase activity in wheat exposed to osmotic stress [J]. Physiologia Plantarum, 2006, 82(2): 185 ~ 190.
- 9 郭健国,王敏. 纳他霉素分子生物学研究进展[J]. 微生物学通报, 2003, 30(5): 120 ~ 123.
Wu Jianguo, Wang Min. Progress in molecular biology of natamycin [J]. Microbiology, 2003, 30(5): 120 ~ 123. (in Chinese)