

ES-2(*Bacillus amyloliquefaciens*)发酵产物 对贮藏期间“东方蜜一号” 哈密瓜品质和生理特性的影响

张丽,张艳芬,雷闪亮,周雪婷,张志平,郁志芳*
(南京农业大学食品科技学院,江苏南京 210095)

摘要:研究淀粉液化芽孢杆菌(*Bacillus amyloliquefaciens*) ES-2 发酵液处理对“东方蜜一号”哈密瓜贮藏期间品质和生理特性的影响。实验结果表明,低温贮藏期间,ES-2 发酵液处理可有效降低“东方蜜一号”哈密瓜果实的呼吸速率,延缓果实硬度的下降,维持可滴定酸的稳定,缩小超氧阴离子的变化;ES-2 发酵液处理对“东方蜜一号”哈密瓜果实的可溶性固形物、还原糖、MDA、电导率没有明显影响;但 ES-2 发酵液处理对“东方蜜一号”哈密瓜果实表面的颜色有一定的不利作用。

关键词:ES-2 发酵液,“东方蜜一号”哈密瓜,贮藏,品质,生理特性

Effects of ES-2 (*Bacillus amyloliquefaciens*) fermented product on the quality and physiology of “Dongfangmiyihao” melon

ZHANG Li, ZHANG Yan-fen, LEI Shan-liang, ZHOU Xue-ting, ZHANG Zhi-ping, YU Zhi-fang*

(College of Food Science and Technology, Nanjing Agricultural University, Nanjing 210095, China)

Abstract: Experiment was carried out to investigate the effects of ES-2 (*Bacillus amyloliquefaciens*) fermented product acting as an antagonist on the change of quality and physiology of “Dongfangmiyihao” melon. The results demonstrated that the treatment of ES-2 fermented product solution could effectively reduce fruit decay, slow down inhibit respiratory rate and $O_2^- \cdot$ production, but had little effect on the content reduction of soluble solid, reducing sugar, MDA and conductivity. However, the treatment of ES-2 fermented product solution could result in some unexpected color on melon surface.

Key words: ES-2 fermented product; “Dongfangmiyihao” melon; storage; quality; physiological characteristic

中图分类号: TS255.3

文献标识码: A

文章编号: 1002-0306(2010)08-0316-04

哈密瓜亦称厚皮甜瓜,以其独特的风味及较高的营养价值已成为国内外市场上的高档果品,在贮藏过程中极易受到致病病原物的侵染,引起腐烂,使鲜度下降,品质变劣,难于长期贮存^[1]。造成哈密瓜腐烂的病原菌主要是真菌中的根霉(*Rhizopus sp.*)、交链孢霉(*Alternaria sp.*)等^[2]。若要长久的保持哈密瓜的品质,就必须采取冷藏与有效的抑菌保鲜措施,阻止病菌的感染,控制病斑的扩展,降低果蔬的呼吸作用,减慢新陈代谢的过程,达到延长贮期,减少损耗的目的。果蔬采后由病原菌引发的腐烂会造成严重的经济损失。长期以来化学杀菌剂的使用易引起病原菌的抗药性、影响食品的安全性、造成环境污染。

生物防治因高效、安全、无污染而被认为是最具潜力的、经济有效的控制采后果蔬腐烂的方法^[3]。芽孢杆菌是土壤和植物微生态的优势微生物种群,分布广泛,具有很强的抗逆能力和抗菌防病作用,其中淀粉液化芽孢杆菌(*Bacillus amyloliquefaciens*)以其安全、对人畜无毒无害、不污染环境等特点,广泛用于果蔬采后病害的生物防治^[3]。应用它可以控制苹果灰霉病及西红柿的丝核病菌^[4],但是用淀粉液化芽孢杆菌 ES-2 发酵液来处理哈密瓜果实以控制其病害的研究未见报道。本实验以溧阳市昆仑瓜果蔬菜所新技术育苗场提供的“东方蜜一号”哈密瓜为试材,研究低温条件下淀粉液化芽孢杆菌(*Bacillus amyloliquefaciens*) ES-2 发酵液对哈密瓜的保鲜效果,探索哈密瓜生物防腐的安全有效方法。

1 材料与方法

1.1 材料与设备

“东方蜜一号”哈密瓜 2008年6月12日清晨

收稿日期:2009-02-09 *通讯联系人

作者简介:张丽(1986-),女,硕士研究生,研究方向:农产品采后生物学。

基金项目:常州市科技计划项目(CE2007209)。

采收自溧阳市昆仑瓜果蔬菜所新技术育苗场,立即运输至南京农业大学实验室,预冷4h,选取果实成熟度一致(约8成熟,着色达2/3)、大小均匀、无病虫害和机械损伤的优质哈密瓜用于实验;淀粉液化芽孢杆菌(*Bacillus amyloliquefaciens*) ES-2 发酵液处理液

由南京农业大学食品科技学院食品生物技术实验室提供,颜色为深土黄色,其生物效价为29100 IU/mL。

UV-754 分光光度计 尤尼柯(上海)仪器有限公司;RE-52AA 旋转蒸发器 上海亚荣生化仪器厂;SPX-320 智能生化培养箱 宁波江南仪器厂;85-l恒温磁力搅拌器,HH-6 数显恒温水浴锅 常州国华电器有限公司;GL-20G高速冷冻离心机 上海安亭科学仪器厂;DJ300 型精密电子天平 北京赛多利斯仪器系统有限公司;DHG-9030A 电热恒温鼓风干燥箱 上海益恒实验仪器有限公司;UR2936 型飞利浦组织捣碎机 珠海经济特区飞利浦家庭电器有限公司;DDS-307 电导率仪 上海康仪仪器有限公司。

1.2 实验方法

1.2.1 原料处理 将预冷的哈密瓜放入淀粉液化芽孢杆菌(*Bacillus amyloliquefaciens*) ES-2 处理液中浸泡2min,自然晾干后放入塑料筐中,置于 $1.0 \pm 0.5^{\circ}\text{C}$ 、RH 95%~100% 条件下贮藏。对照组以清水处理晾干后装筐、冷藏。实验每样品20个果实,每个处理重复三次。

1.2.2 测定方法 还原糖的测定:3,5-二硝基水杨酸法^[5];可溶性固形物测定:手持糖量仪^[5];呼吸强度测定静置法^[6];相对电导率的测定:电导仪法^[6];V_c测定:2,6-二氯酚靛酚法^[7];可滴定酸测定 滴定法^[7];MDA测定:硫代巴比妥酸法^[8];超氧阴离子测定:羟胺氧化法^[8]。腐烂率计算方法^[6]:腐烂率(%) = 腐烂果实个数/果实总数 × 100%。

1.2.3 数据处理 实验结果取三次测定的平均值。

2 结果与分析

2.1 ES-2 发酵液对贮藏期间“东方蜜一号”哈密瓜腐烂率的影响

与对照“东方蜜一号”哈密瓜的腐烂率进行比较,ES-2 发酵液处理“东方蜜一号”哈密瓜在贮藏的前10d未出现腐烂,以后随时间延长腐烂率逐渐上升直至贮藏结束,且贮藏期间相同时间下处理组果实的腐烂率均小于对照果实(图1),表明ES-2 发酵液对贮藏期间“东方蜜一号”哈密瓜的腐烂有抑制作用。分析对照与处理的“东方蜜一号”哈密瓜贮藏期间都出现腐烂,可能与贮藏小环境出现湿度过饱和而导致水气的凝结有关。

2.2 ES-2 发酵液对贮藏期间“东方蜜一号”哈密瓜的可溶性固形物的影响

果实采收后依靠积累的营养物质维持自身的生命活动,因而贮藏期间果实的可溶性固形物含量会减少^[9]。如图2所示,“东方蜜一号”哈密瓜的可溶性固形物含量为14.10%,随后ES-2 发酵液处理组出现逐渐下降,最低值为7.45%,但在后期又上升到

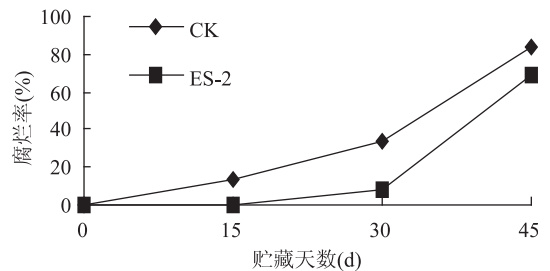


图1 ES-2 发酵液对贮藏期间“东方蜜一号”哈密瓜腐烂率的影响

10.33%。对照组的变化趋势和ES-2 发酵液处理组基本相似。一般看来,由于哈密瓜的呼吸作用和自身代谢,将果实中贮藏的各种复合物如淀粉、果胶和脂类等水解为小分子的可溶性物质,所以可溶性固形物含量会增加,但是本实验结果却是下降。说明ES-2 发酵液和低温均可以抑制果实内有机物的分解,由于自身呼吸作用消耗,所以可溶性固形物会下降,而后期,则出现了上升,这与体内糖和有机酸的分解有关。

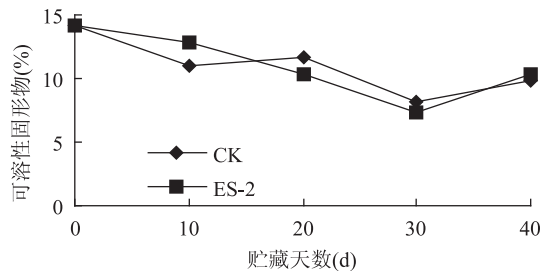


图2 ES-2 发酵液对贮藏期间“东方蜜一号”哈密瓜可溶性固形物的影响

2.3 ES-2 发酵液对贮藏期间“东方蜜一号”哈密瓜还原糖的影响

ES-2 发酵液对贮藏期间“东方蜜一号”哈密瓜还原糖变化的影响见图3。贮藏初期,“东方蜜一号”哈密瓜的还原糖含量为62.93mg/g·FW。ES-2 发酵液处理组和对照组的还原糖含量在贮藏20d都呈现逐渐上升,达到91.03mg/g·FW,但在20d后,对照组的还原糖出现逐渐下降后又快速上升的波动,最终为90.88mg/g·FW。而处理组的还原糖则显示缓慢下降的趋势,最终为接近最初值,由此表明,ES-2 发酵液在前期与哈密瓜还原糖含量的变化并无多大关系,但在后期由于果实本身需要呼吸作用,所以还原糖有所下降,处理组下降明显缓慢,可见,ES-2 发酵液在某种程度上可以抑制果实中营养物质的分解,较好保存其商品性能。

2.4 ES-2 发酵液对贮藏期间“东方蜜一号”哈密瓜可滴定酸含量的影响

贮藏期间,哈密瓜果实中的可滴定酸会作为呼吸基质用于维持自身的生命活动,故有机酸含量的变化可以反映出果实品质的优劣^[10]。对照组可滴定酸含量总体呈上升趋势从原来的0.052%上升到贮藏后期的0.094%,且中间起伏波动较大,而处理组则无较大变化,稍有上升,但始终都在0.06%上下(图4)。两组在贮藏初期酸度均缓慢上升说明哈密瓜果实中的有机物被各种呼吸酶和水解酶分解成小分子的有

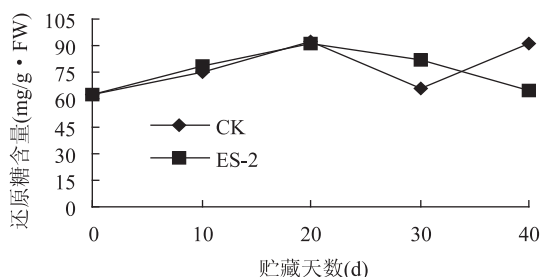


图3 ES-2 发酵液对贮藏期间“东方蜜一号”哈密瓜还原糖的影响

机酸,使有机酸的合成大于分解,对照组在10d后酸度突然上升,可能与哈密瓜果实感病腐烂有关,而处理组则没有出现大幅度增加的现象,由此可见,ES-2 发酵液可以有效抑制哈密瓜被微生物感染,减少果实腐烂,大大延长哈密瓜的贮藏期。处理组在贮藏后期出现可滴定酸含量的下降是由于贮藏过程中各种生理活动的消耗是有机酸的分解大于合成所致。这与还原糖在后期减少的结果一致。

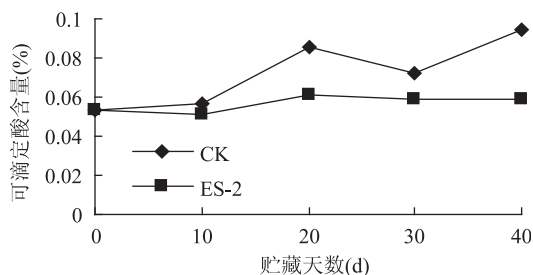


图4 ES-2 发酵液对贮藏期间“东方蜜一号”哈密瓜可滴定酸含量的影响

2.5 ES-2 发酵液对贮藏期间“东方蜜一号”哈密瓜呼吸强度的影响

ES-2 发酵液对贮藏期间“东方蜜一号”哈密瓜呼吸强度变化的影响见图5。贮藏初期哈密瓜的呼吸强度为 $14.51 \text{ CO}_2 \text{ mg}/(\text{kg} \cdot \text{h})$,第10d时两组均有所下降,随后急剧上升,ES-2 发酵液处理组上升到原来的1.64倍,对照组上升到原来的2.33倍(图5),这说明ES-2 处理液在初期能显著抑制其呼吸作用,但后期,由于哈密瓜已经开始腐烂,呼吸作用急剧增加,同时使得还原糖和总酸含量也下降,但处理组的上升幅度明显低于对照组,由此可见,ES-2 发酵液在整个贮藏期间可以有效抑制呼吸,延缓果实的衰老。

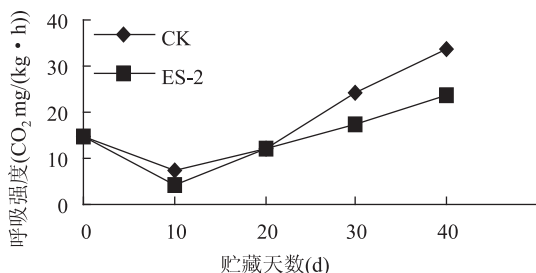


图5 ES-2 发酵液对贮藏期间“东方蜜一号”哈密瓜呼吸强度的影响

2.6 ES-2 发酵液对贮藏期间“东方蜜一号”哈密瓜超氧阴离子($\text{O}_2^- \cdot$)含量的影响

正常情况下生物体吸入的 O_2 有约2%成为氧自由基,其中超氧阴离子是最重要的氧自由基之一,超氧阴离子的生成量增加,导致膜脂过氧化产物MDA增加和质膜性提高,对植物造成伤害,加速植物组织衰老,因而超氧阴离子含量增加可作为果蔬衰老的起始指标^[11]。如图7所示对照组和ES-2 发酵液处理组的变化趋势基本一致,都是贮藏初期上升,后又下降。“东方蜜一号”哈密瓜初始的超氧阴离子的含量为 $9.71 \text{ mmol}/\text{g} \cdot \text{FW}$,对照组上升的最高值为 $25.85 \text{ mmol}/\text{g} \cdot \text{FW}$,ES-2 发酵液处理组最高值为 $20.88 \text{ mmol}/\text{g} \cdot \text{FW}$,贮藏终点对对照组下降为 $3.19 \text{ mmol}/\text{g} \cdot \text{FW}$,而ES-2 发酵液处理组下降为 $7.33 \text{ mmol}/\text{g} \cdot \text{FW}$ 。由此可见,ES-2 发酵液结合低温可以明显的抑制超氧阴离子含量的增加,延缓哈密瓜果实的衰老。

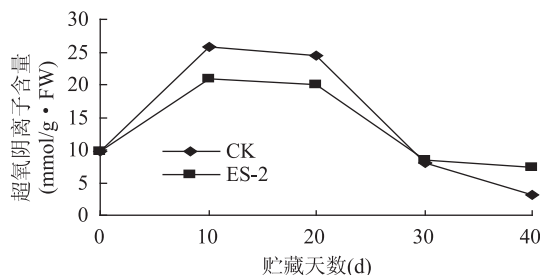


图6 ES-2 发酵液对贮藏期间“东方蜜一号”哈密瓜超氧阴离子含量的影响

2.7 ES-2 发酵液对贮藏期间“东方蜜一号”哈密瓜MDA含量的影响

MDA 作为脂质过氧化作用的产物,能影响细胞膜结构,其含量的增多是果实衰老的标志,贮藏过程中MDA的积累严重影响其贮藏寿命和品质^[12]。对照组和ES-2 发酵液处理组的MDA含量均呈现先上升后下降的变化趋势。对照组上升的最高值为最初值的2.68倍,ES-2 发酵液处理组上升为最初值的2.39倍,后期对照组下降,最低值为最初值的1.8倍,ES-2 发酵液处理组为2.08倍。由此可见,ES-2 发酵液可以减少细胞内MDA的积累。

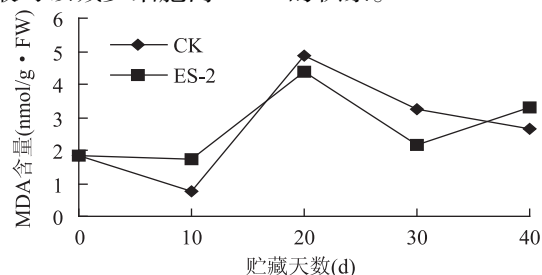


图7 ES-2 发酵液对贮藏期间“东方蜜一号”哈密瓜MDA含量的影响

2.8 ES-2 发酵液对贮藏期间“东方蜜一号”哈密瓜相对电导率的影响

低温贮藏期间,ES-2 发酵液处理和对照“湖锦蜜露”水蜜桃果实组织的相对电导率均呈先下降后期稍有上升但相差不大的变化趋势,对照组果实的相对电导率始终大于同时间测定的处理组果实的值(图8);两组“东方蜜一号”哈密瓜最初的电导率为66.92%,最后下降为57.06%。这一结果提示

ES-2发酵液处理可延缓组织相对电导率的增加,有效保护果实细胞膜,有利于产品的保鲜和贮藏。

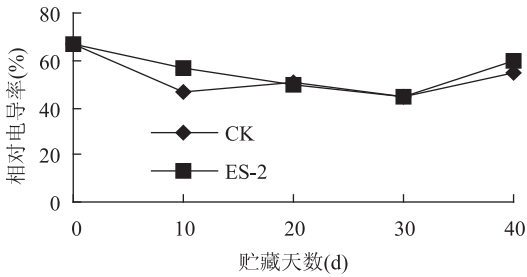


图8 ES-2发酵液对贮藏期间“东方蜜一号”相对电导率的影响

3 结论

淀粉液化芽孢杆菌(*Bacillus amyloliquefaciens*) ES-2发酵液处理结合冷藏($1.0 \pm 0.5^\circ\text{C}$)可以有效降低“东方蜜一号”哈密瓜的腐烂率和呼吸速率,延缓果实硬度的下降,维持可滴定酸的稳定,缩小超氧阴离子的变化;ES-2发酵液处理对“东方蜜一号”哈密瓜果实的可溶性固形物、还原糖、MDA、电导率没有明显影响;但ES-2发酵液处理对“东方蜜一号”哈密瓜果实表面的颜色有一定的不利作用。总体上,ES-2发酵液处理可一定程度上减轻储藏对“东方蜜一号”哈密瓜果实的细胞膜完整性的破坏程度,延缓果实衰老。

参考文献

[1] 张辉,冯作山.不同保鲜剂对哈密瓜采后病原菌抑制性研究[J].有机农业与食品科学,2004,20(4):64.

- [2] 张唯一,毕阳.果蔬采后病害与控制[M].北京:中国农业出版社,1996.
- [3] 孙力军,陆兆新.植物内生菌抗菌活性物质研究进展[J].食品与发酵工业,2005,31(2):39-41.
- [4] Yu G Y, Sinclair J B, Hartman G L, et al. Production of iturin A by *Bacillus* suppressing *Rhizoctonia solani* [J]. *Soil Biology and Biochemistry*, 2002, 34: 955-963.
- [5] 宁正祥.食品成分分析手册[M].中国轻工业出版社,1998:23-45.
- [6] 薛应龙.植物生理学实验手册[M].上海科学技术出版社,1985:129.
- [7] 罗平.饮料分析与检验[M].中国轻工业出版社,1997:326-327.
- [8] Kang Ruoyi, Yu Zhifang, Lu Zhaoxin. Effect of coating and intermittent warning on enzymes, soluble pectin substances and ascorbic acid of *Prunus persica* (Cv. Zhonghuashoutao) during refrigerated storage [J]. *Food Research International*, 2005, 38(3):331-336.
- [9] 汪勤.食品分析[M].南京农业大学食品科学系自编实验指导书,2003:7-8.
- [10] 陈雷,秦智伟.甜瓜采后生理和贮藏保鲜研究进展[J].贮藏保鲜,1999,129:25-27.
- [11] 骆蒙,方天祺.采后河套蜜瓜(*Cucumis melo* cv. Hetau)软化的生理生化研究[J].内蒙古农业大学学报:自然科学版,1998,29(3):402-406.
- [12] 张辉,李学文,冯作山.MA条件下保鲜剂对哈密瓜采后品质的影响[J].中国农学通报,2005,21(6):125-127.

(上接第186页)

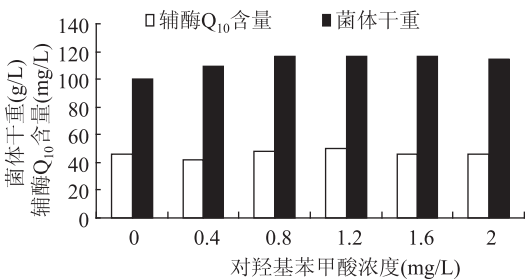


图7 对羟基苯甲酸对辅酶 Q₁₀ 发酵的影响

右,继续增加对羟基苯甲酸浓度,菌体干重开始下降。而辅酶 Q₁₀ 的含量随着对羟基苯甲酸浓度的增加呈先下降再升高而后又降低的趋势。当添加浓度为 1.2mg/L 时,辅酶 Q₁₀ 含量达到最大为 49.58mg/L,比不添加时含量增加了 7%。这说明在一定浓度范围内,对羟基苯甲酸有利于酵母菌的生长,并促进辅酶 Q₁₀ 的合成。

3 结论

确定了菌种最佳培养时间为 48h,菌体干重为 100.78g/L,最佳碳氮源配比为蔗糖 4%、酵母浸粉

4%,辅酶 Q₁₀ 含量最大为 46.32mg/L。添加对羟基苯甲酸后,辅酶 Q₁₀ 的含量随着对羟基苯甲酸浓度的增加呈先下降再升高而后又降低的趋势。当添加浓度为 1.2mg/L 时,辅酶 Q₁₀ 含量达到最大,为 49.58mg/L,比不添加时含量增加了 7%。

参考文献

- [1] 吴祖芳,翁佩芳,陈坚.辅酶 Q₁₀ 的功能研究进展[J].宁波大学学报:理工版,2001,14(2):85-88.
- [2] 齐继成.辅酶 Q₁₀ 保健品的开发应用[J].中国保健食品,2002,15(6):15-16.
- [3] 张艳静,袁启鹏,梁浩.产辅酶 Q₁₀ 酵母发酵条件的研究[J].微生物学通报,2003,30(2):65-69.
- [4] 郝素丽,吴越,徐康.测定辅酶 Q₁₀ 方法的研究[J].中国生化药物杂志,1998(4):167-171.
- [5] 袁婧,魏宏.光合细菌产辅酶 Q₁₀ 发酵条件的研究[J].氨基酸和生物资源,2003,25(2):24-26.
- [6] 王春林.辅酶 Q₁₀ 的提取、分离、鉴定[J].中国医药工业杂志,1996,27(3):102-104.