

# 酵母菌对草莓果实防腐保鲜的效果研究

陈爱平, 史 辉, 王楠楠, 周逢芳

(宁德师范学院 生物系, 福建 宁德 352100)

**摘 要:**以新鲜草莓为材料, 研究  $1 \times 10^6$ 、 $1 \times 10^7$ 、 $1 \times 10^8$  cfu/mL 不同浓度的柠檬形克勒克酵母菌悬液浸泡对草莓品质指标的影响, 以探讨生物防腐剂对草莓果实防腐保鲜的效果。结果表明:  $1 \times 10^8$  cfu/mL 的酵母菌悬液处理对抑制草莓腐烂的效果最好, 能够推迟草莓的后熟, 有效保持果实的品质。

**关键词:**草莓; 防腐保鲜; 柠檬形克勒克酵母

**中图分类号:**S 668.4 **文献标识码:**A **文章编号:**1001-0009(2011)17-0166-03

草莓(*Fragaria vesca* Lindl)是一种营养丰富、口味鲜美、老少皆宜的新型水果, 并在抗菌、抗肿瘤、抗 HIV 病毒等方面具有一定的效果<sup>[1]</sup>。

延长草莓果实货架寿命, 保持新鲜度和具有商品价值的各种营养成分, 是草莓生产和销售中急需解决的问题。由于草莓为浆果, 果皮薄, 组织嫩, 在采收和贮运中易受机械损伤和微生物侵染而腐烂变质, 很难贮藏, 因而该问题长期困扰着草莓业发展。传统上, 化学杀菌剂被认为是解决这一问题最有效的方法, 但其存在农药残留、污染环境、病菌抗药性等多弊端, 因而并不是理想的解决方法。多年来, 国内外科技工作者非常重视无公害防腐保鲜草莓的研究, 对于草莓采后生理生化变化和贮藏保鲜技术的研究也已有些报道, 但至今未有获得突破性进展。

近年来, 生物防腐一直备受关注, 作为果蔬采后病害拮抗菌的微生物有细菌、霉菌和酵母菌等<sup>[2]</sup>。其中

酵母菌作为生物防治拮抗菌的最大优点是能在较干燥的果蔬表面生存, 能迅速利用营养进行繁殖, 且受杀虫剂的影响小, 不产生抗菌素, 可以避免病菌对抗菌素产生抗性而降低生物防治的抑病效果<sup>[3]</sup>, 这些优点使得酵母菌成为目前生物防治研究的热点。酵母菌拮抗果实表面病原菌生长的机制尚不清楚, 可能是通过营养竞争、空间竞争、寄生作用、诱导寄主抗性等方式抑制病原菌的侵入和生长<sup>[4]</sup>。该试验研究生长在水果表面的有益酵母-柠檬形克勒克酵母(*Kloeckera apiculata*)对草莓保鲜效果的影响, 以期探寻具有实用价值的生物防腐剂, 从而以生物防腐代替化学防腐, 克服化学药物对人体的毒害。

## 1 材料与方法

### 1.1 试验材料

供试草莓品种为“丰香”(*Fragaria vesca* L. var. Feng Xiang), 4 月份取自于福建省宁德六都草莓种植基地, 采摘七、八成熟的外观整齐、无损伤、无病虫害的果实。

柠檬形克勒克酵母由华中农业大学园艺林学学院赠送。将其接种于豆芽汁葡萄糖琼脂培养基上, 25℃ 培养 24 h, 置于 4℃ 冰箱中备用。

第一作者简介: 陈爱平(1959-), 女, 福建宁德人, 副教授, 现从事植物生理生化研究工作。E-mail: shihui79@yahoo.com.cn。

基金项目: 福建省教育厅资助项目(JA06063)。

收稿日期: 2011-06-13

## 3.2 建议

小型装配式示范果品冷库用于果蔬采后第一时间预冷、确保鲜销品质; 操作简单, 成本低廉, 特别适合于技术条件比较落后的农村做为果蔬储备库; 性能稳定, 可做为科研试验设备使用。由于其密闭性好、库温稳定加之库内安装风机(利于空气循环), 可作为目前国际上应用的苹果 1-MCP 保鲜处理的理想环境。

## 参考文献

- [1] 刘元寿, 颜敏华, 张永茂, 等. 甘肃省静宁县苹果贮藏现状调研报告[J]. 农产品加工(学刊), 2010(2): 60-61.
- [2] 杨巍, 刘志, 伊凯, 等. 5 个苹果品种果实冷藏过程中品质的变化[J]. 安徽农业科学, 2010, 38(7): 3710-3711.
- [3] 郁文红, 杨昭. 小型实验用恒温恒湿保鲜库[J]. 制冷与空调, 2006, 6(5): 89-91.
- [4] 宋亮川, 孙晓天. 小型冷库隔热材料及冷桥的选择[J]. 鸡西大学学报, 2005, 5(1): 63.

## 1.2 试验方法

1.2.1 豆芽汁培养基的制作方法 取新鲜豆芽 500 g 放于小铝锅中,加 2 500 mL 蒸馏水置电炉上煮沸 30 min 后,用 2 层纱布过滤,滤液定量后倒入小铝锅中煮沸,加葡萄糖 125 g 和琼脂 50 g(不加琼脂时为液体培养基),加热搅拌至琼脂完全熔化,定容至 2 500 mL<sup>[5]</sup>。趁热用分装杯分装于 18 mm×18 mm 试管中,塞好硫磺塞,用报纸包好,121℃ 高压灭菌 20 min。

1.2.2 柠檬形克勒克酵母浮液的配制 用无菌接种环在酒精灯上消毒后取柠檬形克勒克酵母菌种一环,于盛有豆芽汁葡萄糖琼脂培养基的固体斜面上划线接种,25℃ 恒温培养 24 h,转接活化培养 2 次。用血球计数板记数,活化后的菌体用无菌水调配为不同浓度的柠檬形克勒克酵母菌悬浮液,备用。

1.2.3 果实处理及贮藏 草莓果实分 3 组,分别采用  $1\times 10^6$ 、 $1\times 10^7$ 、 $1\times 10^8$  cfu/mL 的柠檬形克勒克酵母菌悬浮液浸果 5 min,经 3 h 晾干后分别置于常温和  $(4\pm 1)^\circ\text{C}$  条件下冷藏,无菌水浸泡 5 min 的果实作为对照。每组处理 30 个果实,设 3 次重复,常温贮藏的果实每天统计腐烂情况,低温冷藏的果实每 2 d 统计 1 次腐烂情况,好果率达 66.7% 时的天数,记为储存天数,贮藏前和结束后各测 1 次品质指标。

1.2.4 品质指标的测定 腐烂率(%) = 烂果数 × 100/总果数<sup>[6]</sup>;可溶性固形物用 ABBE 手持测糖仪测定;总酸(可滴定酸):将草莓研磨成匀浆后,称取果肉 10 g,定容至 100 mL,过滤,采用 pH 计滴定法,取 50 mL 滤液,用 0.1 mol/L 的 NaOH 滴定至 pH 5.80(蒸馏水的 pH 5.80)<sup>[7]</sup>,结果以苹果酸百分数表示;固酸比的计算:固酸比 = 可溶性固形物/总酸量;感官品质评定:对构成果实感官的 4 个主要指标,即新鲜度、色泽、质地和风味进行品质鉴定<sup>[8]</sup>。

## 2 结果与分析

### 2.1 酵母对草莓腐烂率的影响

将柠檬形克勒克酵母菌制备成不同浓度梯度,分别为  $1\times 10^6$ 、 $1\times 10^7$  和  $1\times 10^8$  cfu/mL。将草莓经不同浓度菌溶液浸泡处理后于常温和  $(4\pm 1)^\circ\text{C}$  条件下冷藏,无菌水浸泡 5 min 的果实作为对照,并测定其腐烂率,结果见图 1、2。

由图 1 可知,常温下贮藏的  $1\times 10^8$  cfu/mL 酵母菌悬浮液处理组,贮藏 3 d 后开始腐烂,而其它组贮藏 2 d 后就开始腐烂。以好果率达 66.7% 时的天数,记为储存天数,则  $1\times 10^8$  cfu/mL 组可以贮藏 4 d,其它组只能贮藏 3 d。所以  $1\times 10^8$  cfu/mL 组比其它组推迟 1 d 腐烂并能延长贮藏期 1 d。

由图 2 可知,低温下贮藏的各处理组都在贮藏 15 d 后开始腐烂,但在贮藏过程中  $1\times 10^8$  cfu/mL 组的腐烂率都显著低于其它组,与其它组相比虽不能推迟腐烂,但能延长 2 d 的贮藏期(贮藏时间为 17 d,而其它组贮藏时间为 15 d)。使用  $1\times 10^8$  cfu/mL 酵母菌悬液

处理后的果实,在常温和低温下的贮藏,均能在一定程度上抑制腐烂,但效果不明显。而其它浓度处理与对照相比,并没有抑制或推迟腐烂,可能是浓度太低的缘故。

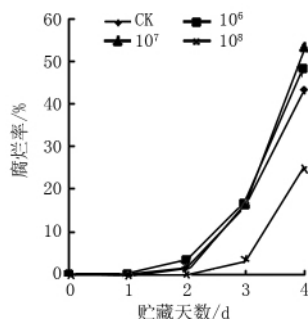


图 1 常温储藏对草莓腐烂率的影响

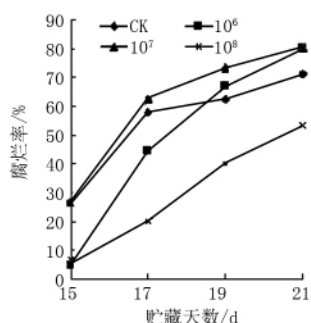


图 2 低温储藏对草莓腐烂率的影响

### 2.2 酵母对草莓营养成分的影响

对低温贮藏的草莓,贮藏前后的可溶性固形物和可滴定酸含量进行测定(图 3、4)。在贮藏过程中,  $1\times 10^8$  cfu/mL 处理组和对照组的可溶性固形物和可滴定酸含量呈下降趋势。贮藏初期,酵母菌处理的草莓的可溶性固形物和可滴定酸含量与对照组草莓相比较,没有明显差异。贮藏期结束时,经酵母处理的草莓的可溶性固形物和可滴定酸含量明显高于对照组。

贮藏前后的固酸比含量见图 5,  $1\times 10^8$  cfu/mL 处理组和对照组的可固酸比含量呈上升趋势,贮藏结束时处理组的固酸比低于对照组。

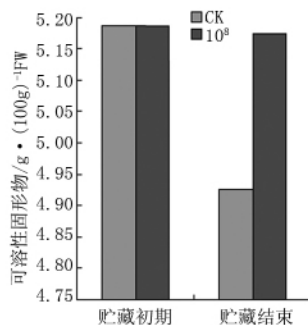


图 3 可溶性固形物含量的变化

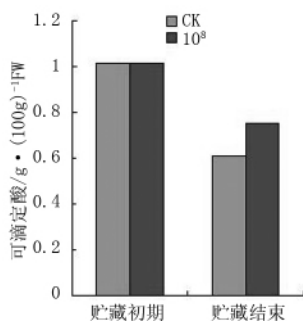


图4 可滴定酸含量的变化

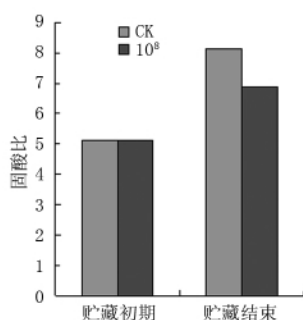


图5 固酸比的变化

### 3 讨论

该试验结果表明,拮抗菌处理对草莓贮藏有一定的效果,以  $1 \times 10^8$  cfu/mL 酵母悬液处理贮藏效果最好,并且低温贮藏比常温贮藏效果好。使用  $1 \times 10^8$  cfu/mL 酵母菌悬液处理后的果实,在常温和低温下的贮藏,均能在一定程度上抑制腐烂,但效果不明显。而其它浓度处理与对照相比,并没有抑制或推迟腐烂,可能是浓度太低的缘故。而低温下呼吸强度减慢,物质消耗减少,延缓组织衰老并且低温抑制微生物活动,控制病菌繁殖,减少病菌感染机会,因而低温时有较好的贮藏效果。

拮抗菌处理的果实和对照组相比,可溶性固形物、可滴定酸(苹果酸)、这些营养成分的含量在贮藏过程中维持在较高水平,变化也缓慢,说明  $1 \times 10^8$  cfu/mL 的酵母菌悬液处理效果最好,抑制腐烂,推迟草莓的后熟,对果实品质的保持具有一定的效果。试验认为,经过拮抗菌处理的果实在贮藏前期由于具有强抗病性,草莓在低温下生理活动正常进行,植物体内的有机酸

大量转化为糖供给草莓正常的呼吸作用,在贮藏后期由于植物体衰老使呼吸作用增强(主要进行 PPP 途径),使糖转化为有机酸,故酸的含量升高<sup>[9]</sup>;对照果实在贮藏前期由于进行正常生理活动的同时需要提高抗病性而进行旺盛的呼吸作用(主要进行 PPP 途径),使糖大量转化为有机酸,在贮藏后期一部分有机酸转化为糖,而植物体的衰老所进行呼吸作用(主要进行 PPP 途径)又不断地补充有机酸,使酸的含量基本保持平衡,糖的含量升高。

利用酵母菌悬浮液处理果实时,延长浸泡时间和采前 1 周用拮抗菌悬浮液处理的效果可能较好(病原菌一旦侵染果实,要控制病害发生就比较困难,能及早在草莓表面形成一个生物屏障,适当延长浸泡时间可使果皮表面吸附更多的拮抗菌,从而增强对病原菌的防治效果),并试着从草莓园分离一些其它高效酵母菌,试验出其最适浓度或多种酵母混合使用来处理草莓,或再联合一些其它贮藏方法估计能得到更好的结果。

### 4 结论

$1 \times 10^8$  cfu/mL 的柠檬形克勒克酵母菌悬液处理对抑制草莓腐烂的效果最好,可延迟草莓的后熟,对果实品质的保持具有一定的效果,生物防腐对草莓贮藏有一定的效果,并且低温贮藏比常温贮藏效果好。

### 参考文献

- [1] 陈金兰,陈静波,赵晓亚,等. 草莓的化学成分研究[J]. 中国中药杂志, 2001, 26(9): 610-612.
- [2] 刘海波,田世平,秦国政,等. 罗伦隐球酵母对葡萄采后病害的拮抗效果[J]. 中国农业科学, 2002, 35(7): 831-835.
- [3] Baker K F, Cook R J. 植物病原菌的生物防治[M]. 北京: 中国农业出版社, 1984.
- [4] 张红印,蒋益虹,郑晓冬,等. 酵母菌对果蔬采后病害防治的研究进展[J]. 农业工程学报, 2003, 19(4): 23-26.
- [5] Wszelaki A L, Mitcham E J. Effect of combinations of hot water dips, biological control and controlled atmospheres for control of gray mold on harvested strawberries[J]. Postharvest Biology and Technology, 2003, 27: 255-264.
- [6] 杨继涛,史继华. 草莓采后生理品质变化及贮藏保鲜技术研究进展[J]. 陕西农业科学, 1998(5): 32-35.
- [7] 冯双庆,赵玉梅. 果蔬保鲜技术及常规测试方法[M]. 北京: 化学工业出版社, 1998: 53-54.
- [8] 李锡香. 新鲜果蔬的品质及其分析法[M]. 北京: 中国农业出版社, 1994.
- [9] Gulen H, Eris A. Effect of heat stress on peroxidase activity and total protein content in strawberry plants[J]. Plant Science, 2004, 166: 739-744.

## Research on Preservation Effect of Yeast on Strawberry Fruit

CHEN Ai-ping, SHI Hui, WANG Nan-nan, ZHOU Feng-fang

(Department of Biology, Ningde Normal University, Ningde, Fujian 352100)

**Abstract:** The effect of lemon-shaped *Kloeckera apiculata* yeast suspension in different concentrations which were  $1 \times 10^6$ ,  $1 \times 10^7$ ,  $1 \times 10^8$  cfu/mL on fresh strawberry fruit quality index were studied, in order to study preservation effects of biologic preservative on strawberry fruit. The results showed that,  $1 \times 10^8$  cfu/mL suspension of yeast had showed the best effect on inhibiting decay, which could extend the ripening period and maintain quality of strawberry fruit.

**Key words:** strawberry; preservation; *Kloeckera apiculata* yeast