

沙藏、维生素 C 和亚硫酸氢钠对薯蓣块茎贮藏期间褐变的影响

陈艳乐^{1,*} 陶月良¹ 明镇寰² 贾守菊¹

¹温州师范学院生命与环境科学学院, 浙江温州 325003; ²浙江大学生命科学院, 杭州 310012

摘要 沙藏、维生素 C 和亚硫酸氢钠(NaHSO₃)处理的薯蓣, 贮藏前期多酚氧化酶活性的上升速度低于而后期酶活性下降速度则高于不作处理的, 与后期这3种处理的褐变度几乎不上升相一致。各处理的过氧化物酶活性变化差异大, 但与褐变度的关系不大。超氧化物歧化酶活性均呈先升后降趋势, 各处理中酶活性的下降速度均低于不作处理的。丙二醛含量均呈持续上升趋势, 不作处理的高于处理的。在防止或削弱贮藏期间薯蓣褐变的处理中, 以沙藏和NaHSO₃处理的效果较好。

关键词 薯蓣; 贮藏; 多酚氧化酶; 褐变

Effects of Sand Storage, VC and NaHSO₃ on Browning of Yam (*Dioscorea oenifera* Prain et Burkill) Tuber during Storage

CHEN Yan-Le^{1,*}, TAO Yue-Liang¹, MING Zhen-Huan², JIA Shou-Ju¹

¹College of Life and Environmental Sciences, Wenzhou Normal College, Wenzhou, Zhejiang 325003, China; ²College of Life Sciences, Zhejiang University, Hangzhou 310012, China

Abstract The effects of sand storage, VC and NaHSO₃ on tuber browning of yam (*Dioscorea oenifera* Prain et Burkill) during storage had been studied. The results showed that the polyphenol oxidase (PPO) activities of the three treatments first increased slowly and decreased rapidly in late storage as compared with the control. These changes were accorded with the browning degree. The changes in peroxidase (POD) activity of the three treatments differed notably but had no correlation with browning degree. Superoxide dismutase (SOD) activity increased first, then decreased and the decrease rates were lower than the control. Malondialdehyde (MDA) content was in a trend of continuous increasing, while the MDA content of the control was yet higher than that of the three treatments. So all treatments could weaken browning of yam tuber during storage. The effects of sand storage and NaHSO₃ treatments were better.

Key words yam (*Dioscorea oenifera* Prain et Burkill); storage; polyphenol oxidase; browning

在我国薯蓣(*Dioscorea oenifera* Prain et Burkill)不仅作为栽培粮食、制造淀粉和糕点的原料, 还作为大众化的滋补食品和优良的中药材, 但薯蓣在加工和贮藏过程中经常出现褐变现象, 影响了薯蓣的商品外观和食用品质, 成为贮藏和加工中需解决的问题之一。我们曾报道, 0.05% 维生素 C (VC) 溶液或 0.06% NaHSO₃ 溶液能有效抑制薯蓣中多酚氧化酶(polyphenol oxidase, PPO)活性(陈艳乐等2003)。有关防褐处理对果蔬贮藏期间褐变中的生理生化指标影响的报道已不少(寇莉苹等2002; 庞学群和张昭其2002; 常燕平等2002), 但有关薯蓣褐变的生理机制尚无研究。本文探讨防褐处理对薯蓣贮藏期间褐变的影响, 以期能为寻找控制褐变方法时提供参考。

材料与方法

薯蓣(*Dioscorea oenifera* Prain et Burkill) 品种

‘真薯’ 采自温州瑞安陶山, 当天运回实验室, 选择大小基本一致、无损伤和病虫害的健康成熟个体进行不同处理: 部分沙藏; 部分薯蓣完全浸入 0.05% VC 或 0.06% NaHSO₃ 溶液中 30 min, 取出沥干后, 室温下贮藏。以室内自然堆放为对照。每隔 15 d 取样 1 次, 取两端和中间各 3 cm 厚的去皮块茎, 切块混匀后测定各指标。

含水量的测定用烘干法(黄学林和陈润政1997)。将薯蓣块茎切成 5 mm 厚的薄片置于 105℃ 烘箱中烘至恒重, 以鲜重为基础计算含水量。褐变度的测定按照王清章等(1997); 总酚含量的测定参照 Pirie 和 Mullins (1976); PPO 活性的测定参照朱广廉(1990); 过氧化物酶(peroxidase, POD) 活性

收稿 2005-03-11 修订 2005-12-19

资助 温州师范学院(2005L012)。

*E-mail: cyl607@yahoo.com.cn, Tel: 0577-88517850

的测定参照张志良(1990)的方法; 超氧化物歧化酶(superoxide dismutase, SOD)活性和丙二醛(malondialdehyde, MDA)含量的测定按文献(中国科学院上海植物生理研究所和上海市植物生理学会编 1999)的方法进行。

结果与讨论

1 不同贮藏方式对薯蓣含水量的影响

如图1所示, 随着贮藏时间的延长, 薯蓣含水量呈下降趋势, 但下降幅度较小, 其中沙藏下降幅度最小。

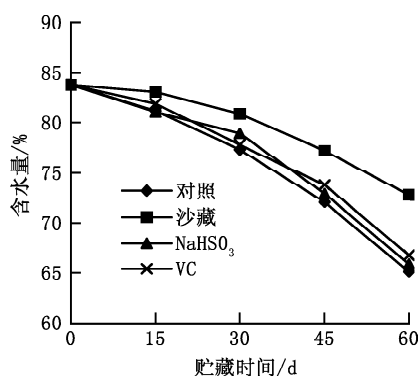


图1 不同处理的薯蓣块茎在贮藏期间的含水量变化
Fig. 1 Changes in water content in yam tuber during storage

2 不同贮藏方式对薯蓣总酚含量、PPO活性和褐变度的影响

图2~4显示:

(1) 总酚含量呈先升后降趋势。贮藏期间, 对照的总酚含量最高, 变化幅度最大。0~30 d期间总酚含量明显上升, 30 d时达到峰值, 以后开始

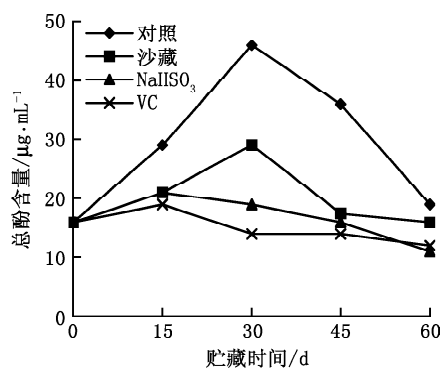


图2 不同处理的薯蓣块茎在贮藏期间的总酚含量变化
Fig. 2 Changes in phenolic content in yam tuber during storage

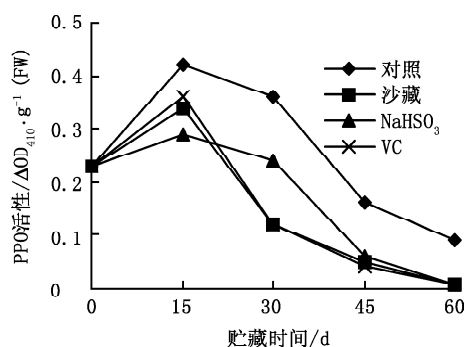


图3 不同处理的薯蓣块茎在贮藏期间的PPO活性变化
Fig. 3 Changes in PPO activity in yam tuber during storage

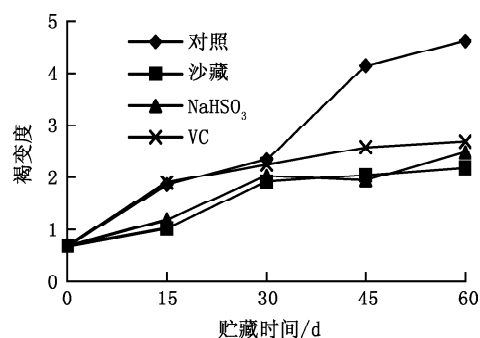


图4 不同处理的薯蓣块茎在贮藏期间的褐变度变化
Fig. 4 Changes in browning in yam tuber during storage

急速下降。各处理的总酚含量变化幅度较小(图2)。

(2) 贮藏初期(0~15 d) PPO活性明显升高, 15 d后不断下降。这与Arrigaudiwre等(1998)的结果相一致。鞠志国等(1988)和杨增军等(1995)也曾报道PPO总活性随着褐变程度的提高而呈下降趋势。对照的PPO活性一直高于3种处理的, VC、NaHSO₃和沙藏均明显抑制PPO活性, 15 d后显著下降, 60 d时几乎为0(图3)。

(3) 褐变度呈不断上升趋势, 且对照的褐变度一直高于处理的。贮藏初期, 不同处理的薯蓣褐变度上升速度相差不大; 30 d后, 对照的明显上升, 处理的则上升缓慢(图4)。从这些结果看来, PPO活性和总酚含量的大量升高发生在褐变度明显增加之前, 随着总酚含量和PPO活性的下降, 对照的褐变度仍不断上升, 而3种处理的褐变度上升不明显。表明PPO活性与褐变度有密切关系, 可能是导致薯蓣发生酶促褐变的主要酶类, 3种处理均能抑制PPO活性, 减缓薯蓣贮藏期的

褐变症状, 有利于防止其酶促褐变。

3 不同贮藏方式对薯蓣 POD、SOD 活性和 MDA 含量变化的影响

图 5~7 显示:

(1) NaHSO₃ 处理与对照的 POD 活性均先升后降; VC 处理的先是基本不变, 再快速上升, 然后显著下降; 沙藏处理的则先升后降再升。与 PPO 不同的是, 贮藏初期对照的 POD 活性高于其

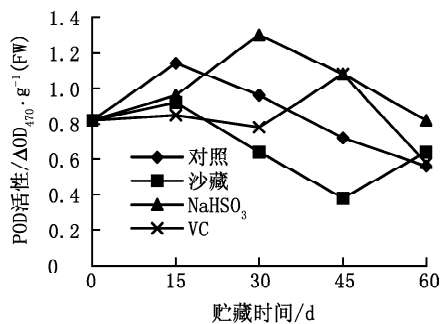


图5 不同处理的薯蓣块茎在贮藏期间的POD活性变化
Fig. 5 Changes in POD activity in yam tuber during storage

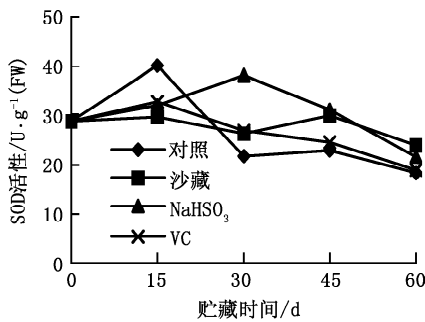


图6 不同处理的薯蓣块茎在贮藏期间的SOD活性变化
Fig. 6 Changes in SOD activity in yam tuber during storage

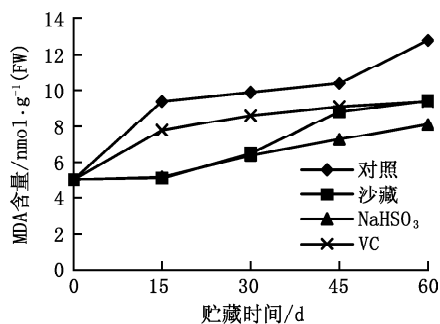


图7 不同处理的薯蓣块茎在贮藏期间的MDA含量变化
Fig. 7 Changes in MDA content in yam tuber during storage

它 3 个处理, 贮藏后期则低于 NaHSO₃ 和 VC 处理 (图 5), 这表明 POD 与薯蓣褐变度的关系不大。

(2) SOD 活性呈先升后降趋势, 其中对照的 SOD 活性变化幅度大于各处理, 沙藏处理的 SOD 活性一直较稳定, 45 d 后活性高于 NaHSO₃ 和 VC 处理的, 更高于对照 (图 6)。

(3) MDA 含量均呈上升趋势, 但对照的高于沙藏、VC 和 NaHSO₃ 处理的。对照的在贮藏初期和后期显著上升; 沙藏和 NaHSO₃ 处理的则缓慢上升 (图 7)。

总之, 随着贮藏期的延长, SOD 活性都减少, 但对照的下降最大, 说明其清除超氧自由基的能力下降最大, 自由基大量积累, 因而造成 MDA 含量增高。而各处理的 MDA 的积累明显减少, 降低了膜脂过氧化程度, 进而延缓了薯蓣块茎的褐变进程。其中沙藏和 NaHSO₃ 处理对薯蓣的褐变抑制效果非常相近, 表明亚硫酸盐类物质对薯蓣块茎是较理想的防褐保鲜剂, 而沙藏法则简单易行。

参考文献

- 陈艳乐, 申秀英, 丁炳扬, 贾守菊 (2003). 薯蓣多酚氧化酶特性及褐变控制. 食品科学, 24 (10): 59~62
- 常燕平, 胡振华, 王如福 (2002). 减压贮藏条件下梨枣某些生理生化指标的变化. 植物生理学通讯, 38 (5): 434~435
- 黄学林, 陈润政 (1990). 种子生理实验手册. 北京: 农业出版社
- 鞠志国, 朱广廉, 曹宗巽 (1988). 气调贮藏条件下 CO₂ 对莱阳茌梨果肉褐变的影响. 园艺学报, 15 (4): 229~232
- 寇莉苹, 刘兴华, 丁武, 李彦萍 (2002). 富士苹果贮藏期间果肉褐变的生化特性研究. 西北农林科技大学学报 (自然科学版), 30: 61~64
- 庞学群, 张昭其 (2002). 防褐处理对切分马蹄、马铃薯低温贮藏期间褐变的影响. 食品科学, 23 (4): 126~129
- 王清章, 刘怀超, 孙颖 (1997). 莲藕贮藏中褐变度及多酚氧化酶活性的初步研究. 中国蔬菜, (3): 4~6
- 杨增军, 王成荣, 冯双庆 (1995). 采后浸钙对雪花梨果肉褐变的影响. 园艺学报, 22 (3): 225~229
- 朱广廉 (1990). 植物生理学实验. 北京: 北京大学出版社
- 张志良 (1990). 植物生理学实验手册. 北京: 高等教育出版社
- 中国科学院上海植物生理研究所, 上海市植物生理学会编 (1999). 现代植物生理学实验指南. 北京: 科学出版社, 314~315, 305~306
- Arrigaudiwre CL, Lenthéric I, Bendrell M (1998). Relationship between enzymatic browning and internal disorders in controlled atmosphere stored pears. Sci Food Agr, 78: 232~236
- Pirie A, Mullins MG (1976). Changes in anthocyanin and phenolics content of grapevine leaf and fruit tissue treated with sucrose, nitrate and abscisic acid. Plant Physiol, 58: 468~472