

ClO₂ 杀菌剂在菠菜保鲜中的应用*

潘 燕 陈义伦 张培正 李大鹏

(山东农业大学食品科学与工程学院,泰安,271018)

摘 要 以菠菜为原料,应用 ClO₂ 杀菌剂处理后,于 4℃ 下贮藏。研究了 ClO₂ 对微生物、亚硝酸盐、叶绿素、SOD、POD 活性的影响。结果表明,ClO₂ 可有效降低菠菜微生物病害的发生,减少亚硝酸盐累积,提高菠菜抗衰老能力,具有很好的保鲜效果。ClO₂ 对菠菜贮藏保鲜的最佳处理浓度为 75 mg/L。

关键词 菠菜, ClO₂, 亚硝酸盐, 抗氧化

ClO₂ 是一种高效强氧化剂,具有消毒、杀菌、防腐、除臭、保鲜、漂白等多种功能。1980 年代后期,ClO₂ 作为食品消毒剂和饮用水杀菌剂得到了美国农业部(USDA)和美国环境保护局(EPA)的认可,1987 年美国 FDA 批准其作为食品加工设备的消毒剂。世界卫生组织(WHO)承认,该物质完全没有致癌、致畸性,把它排在安全消毒方法的首位,属 A1 级产品^[1]。欧、美、日等国家已有越来越多的自来水厂使用 ClO₂ 作为消毒剂^[2]。另外,ClO₂ 在食品工业和果蔬保鲜方面的应用也越来越广。目前,美国已利用 ClO₂ 的保鲜技术来出口柠檬。在日本、菲律宾,ClO₂ 也广泛地应用于西红柿、黄瓜、韭菜、香蕉、芒果的保鲜上,然而 ClO₂ 在国内的研究应用实践较少。

菠菜是居民经常食用的叶菜类蔬菜,其流通保鲜逐年增加。文中研究了 ClO₂ 在菠菜贮藏上的作用效果,同时探讨 ClO₂ 对微生物、亚硝酸盐、叶绿素、SOD、POD 活力的影响,以期对蔬菜贮藏保鲜和蔬菜的质量安全控制寻找新的技术和途径。

1 材料和方法

1.1 材料与试剂

菠菜,购于泰安市财东农贸市场。

ClO₂ 消毒粉剂,上海技源科技有限公司生产;其他试剂均为分析纯。

1.2 仪 器

SW-CJ-1F 洁净工作台,苏净集团安泰公司;HH-B11-500 型电热恒温培养箱,上海市跃进医疗器械厂;DELTA320 pH 计,梅特勒-托利多仪器(上海)有

限公司;YXQG02 型电热式蒸汽消毒器,山东新华医疗器械厂;LRH-250A 生化培养箱,广东省医疗器械厂;数显恒温水浴锅,金坛市正基仪器有限公司;UV-9200 分光光度计,北京瑞利分析仪器公司;高速离心机,美国 Beckman Coulter 公司。

1.3 处理方法

(1)ClO₂ 溶液的配制:于通风处将 3g ClO₂ 溶于 3 L 蒸馏水中,测定 ClO₂ 含量。然后配制成 25、50、75、100 mg/L 的 ClO₂ 溶液供试验用。

(2)样品处理、保藏:选择无病虫害及无黄叶、无烂叶的菠菜分别浸泡于 25、50、75、100 mg/L 的 ClO₂ 溶液中,处理 10 min;同时,将挑选好的菠菜浸泡于纯净无菌水中,作为对照。处理结束后,沥水、称重、PVC 包装,于 4℃ 贮藏。

1.4 测定方法

细菌总数测定:按照 GB/T 4789.2—1994;霉菌总数测定:按照 GB/T 4789.15—1994;POD 活性测定:愈创木酚法^[3];叶绿素含量的测定:紫外分光光度法^[4];亚硝酸盐的测定:对氨基苯磺酸比色^[5];ClO₂ 的含量测定:碘量法^[6];SOD 活性测定:NBT 光还原法^[7]。

应用 ClO₂ 处理后,立即进行各项指标的测定,以后每 3 天测定 1 次。每次均从不同处理的平行样中随机抽取 3 个平行,并从抽取的样品中取菠菜各个部位综合检测。

2 结果分析

2.1 ClO₂ 处理对菠菜中细菌、霉菌的作用效果

在贮藏期间菠菜中细菌总数、霉菌总数检测结果如图 1、图 2 所示。从图 1 看出,菠菜中的细菌总数随着贮藏时间的延长而增加,ClO₂ 处理组细菌总数明显低于对照。从菠菜经 ClO₂ 处理后立即测定得出,100 mg/L ClO₂ 处理组杀菌率最高,但从整个观

* 第一作者:硕士研究生(陈义伦副教授为通讯作者)。

* “十五”国家重大科技攻关项目资助(No. 2001BA804A29)

收稿日期:2005-08-12,改回日期:2005-11-09

察周期的细菌变化趋势来看,抑菌效应保持时间最长的是 75 mg/L 处理组。

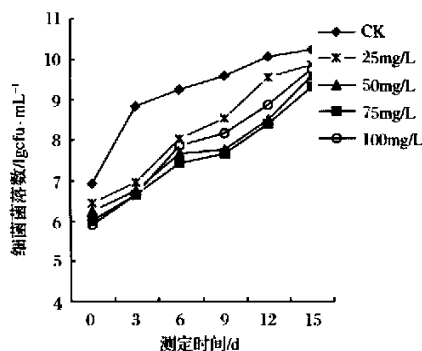


图1 ClO_2 处理的菠菜细菌总数的变化

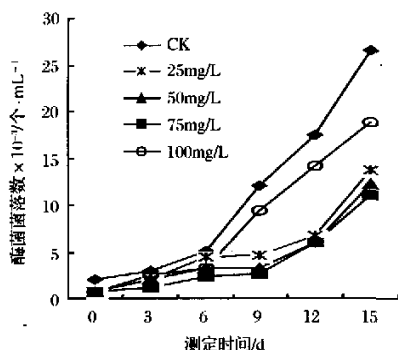


图2 ClO_2 处理的菠菜霉菌总数的变化

试验发现 ClO_2 对霉菌的杀菌率不高,最高仅为 80.85%;检测结果主要是青霉菌,青霉菌是一种对逆境具有很强耐性的霉菌,这可能就是 ClO_2 对霉菌杀菌率低的原因。从图2可以看出,75 mg/L 处理组抑制霉菌效果最好。

由图1、图2可见, ClO_2 在一定浓度范围内,随着浓度的增加,其抑菌效应保持时间延长,但超过一定的浓度抑菌效应保持时间反而缩短,这可能是 ClO_2 对菠菜组织的损伤使菠菜对微生物的抵抗能力减弱造成的。 ClO_2 在菠菜保鲜贮藏中,75 mg/L 处理组抑菌效果最好,12 d 后对细菌的杀菌率最高可达 99.85%,对霉菌的杀菌率最高可达 80.85%。

2.2 ClO_2 对菠菜中亚硝酸盐的影响

菠菜在贮藏期间亚硝酸盐含量变化如图3所示。由3图看出,在菠菜贮藏过程中,亚硝酸盐含量随着贮藏时间的延长而增加, ClO_2 处理组中亚硝酸盐含量均低于对照; ClO_2 处理组中亚硝酸盐含量始终最高的为 25 mg/L 组,最低的为 75 mg/L 组。

从图1、图3看出,贮藏9 d 后菠菜中的细菌总数和亚硝酸盐含量呈同时快速增加的趋势。菠菜贮藏

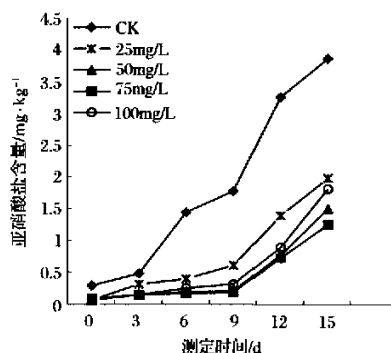


图3 ClO_2 处理的菠菜中亚硝酸盐含量的变化

9 d 后失水增大,蔬菜组织失水萎蔫容易遭受微生物的侵染,使细菌大量繁殖,细菌中含有的硝基还原酶催化 NO_3^- 还原成 NO_2^- [8],造成亚硝酸盐含量迅速增加。

ClO_2 处理具有降低贮藏菠菜亚硝酸盐含量的作用,并与抑制细菌的作用效果有一致性,采用 75 mg/L 的 ClO_2 处理抑菌效果最好,同时也能将亚硝酸盐含量控制在国家标准以下。

2.3 ClO_2 对菠菜叶绿素含量的影响

菠菜组织中叶绿素含量的变化结果见图4。由图4可以看出, ClO_2 处理组始终比对照组叶绿素含量高,叶绿素含量随着贮藏时间下降趋势比对照组平缓。不同浓度的 ClO_2 处理组间叶绿素变化不同,25 mg/L 组叶绿素变化最快,50 mg/L 和 75 mg/L 的变化趋势基本一致,总体看 75 mg/L 保鲜效果稍强一些。

2.4 ClO_2 对 SOD、POD 活性的影响

在贮藏期间,每3天对不同浓度 ClO_2 处理的菠菜进行一次酶活力测定,结果如图5、图6所示。由图5得出, ClO_2 处理提高了菠菜 SOD 活性,有利于提高菠菜抗衰老能力,但不能推迟活性高峰的出现。

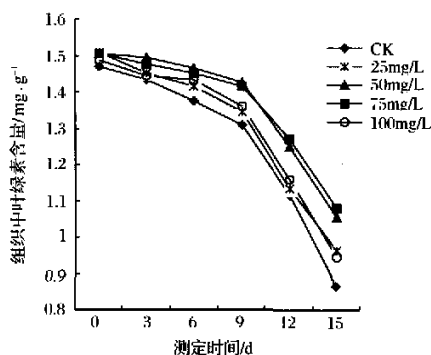


图4 ClO_2 处理的菠菜中叶绿素含量的变化

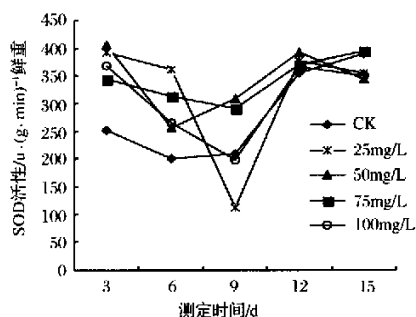


图5 ClO_2 处理的菠菜中 SOD 活性的变化

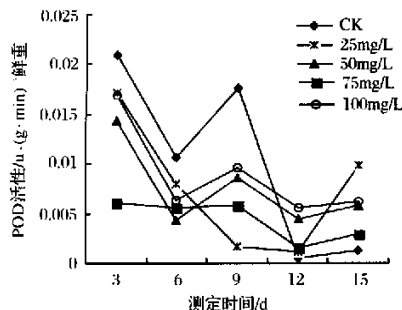


图6 ClO_2 处理的菠菜中 POD 活性的变化

图6表明, ClO_2 处理在贮藏前期(3~9 d)抑制 POD 活性,在贮藏后期(9~15 d)促进 POD 活性,这有利于促进贮藏后期对自由基的清除,延缓菠菜衰老。

3 小 结

(1) ClO_2 处理可以有效减少菠菜微生物病害的发生,降低亚硝酸盐累积,提高菠菜抗衰老能力。采用 75 mg/L 的 ClO_2 处理菠菜既能降低微生物又能延长贮藏寿命,具有良好的贮藏保鲜效果。

(2) ClO_2 的杀菌保鲜机理是利用氧化反应使细菌连续遭到氧化,杀死细菌和除去影响食品保鲜的一些不利成分来达到目的,因而 ClO_2 在杀灭细菌

的同时会对菠菜组织有一定影响。 ClO_2 在一定的浓度范围对菠菜的影响较小,但超过一定浓度, ClO_2 对菠菜的影响增大,使菠菜的保鲜时间缩短。

(3) SOD、POD 是植物体内活性氧清除系统中酶促子系统中的重要保护酶,能有效阻止活性氧在植物体内的积累,因此 SOD、POD 活性的升降反映了植物在逆境因子作用下通过自身防御机制对有害物质做出保护性应激反应。在本研究中, ClO_2 处理提高了 SOD 活性而抑制了贮藏前期 POD 的活性,促进了贮藏后期 POD 的活性,表明 ClO_2 处理能有效地提高菠菜贮藏期间的抗氧化能力,延缓蔬菜的衰老。

(4) 菠菜的营养品质与安全性是保鲜的关键,试验结果表明一定浓度的 ClO_2 处理可有效抑制微生物,延长保鲜时间,但 ClO_2 对菠菜生理作用的影响需进一步研究,以扩大 ClO_2 在果蔬保鲜中的应用。

参 考 文 献

- 1 郑炎松. 一种新的 ClO_2 使用方法[J]. 化学世界, 2000(5): 235~244
- 2 康 卓. 新型高效 ClO_2 杀菌剂在啤酒厂的应用试验[J]. 酿酒, 1996(6): 23~24
- 3 彭永宏. 荔枝采后果皮褐变机理与保鲜技术研究进展[J]. 热带亚热带植物学报, 1998, 6(1): 81~86
- 4 王福建, 李宝聚. 0.14% MCP 可湿性粉剂对菠菜保鲜效果试验[J]. 北方园艺, 2002(6): 50~51
- 5 靳敏, 夏玉宇主编. 食品检验技术[M]. 化学工业出版社, 2003
- 6 卫生部卫生法制与监督司. 消毒技术规范[S]. 北京: 中华人民共和国卫生部, 2002. 112~113
- 7 Padeel A A. Location and properties of chloroplasts and pigment determination in roots [J]. Physiology Plantarum, 1962(15): 130~146
- 8 Gurerrero M G, Vega J M, Losada M. The assimilatory nitrate reducing system and its regulation [J]. Ann Rev Plant-Physiol, 1981(32): 169~204

Application of Chlorine Dioxide on Preservation of Spinach

Pan Yan Chen Yilun Zhang Peizheng Li Dapeng

(College of Food Science and Engineering, Shandong Agricultural University, Tai'an 271018, China)

ABSTRACT Spinach was treated by different concentrations of the chlorine dioxide and then stored at 4℃. The effects of chlorine dioxide on microorganism, nitrites, chlorophyll, and the activity of superoxide dismutase and peroxidase were studied. The results showed that chlorine dioxide can reduce the microbial contamination and lower the accumulation of nitrites, enhance the antioxidant capacity, and extend the storage life. The concentration of best treatment to spinach of chlorine dioxide is 75 mg/L.

Key words spinach, ClO_2 , nitrites, antioxidant