

# 臭氧水处理鲜切生菜贮藏期间的品质变化\*

张立奎 陆兆新 郁志芳

(南京农业大学食品科技学院, 南京, 210095)

**摘要** 研究了臭氧水处理鲜切生菜在 4℃ 贮藏期间的细菌总数、大肠菌群、PPO 活性、Vc 含量、失重率和感官质量的变化。试验结果表明, 与对照相比, 采用 0.18 μg/L 臭氧水处理可使鲜切生菜中细菌总数下将 1.5 个数量级、大肠菌群数低于  $30 \times 10^{-2}/g$ , PPO 活性被抑制、Vc 损失减少, 失重率降低, 同时, 贮藏至 9 天, 感官质量明显优于对照组。

**关键词** 臭氧水, 鲜切生菜, 品质变化, 贮藏

随着我国经济的发展和与国际市场逐渐接轨, 人们的生活观念和消费观念发生变化, 越来越多的人不愿意将太多的时间用在厨房中, 人们对方便、洁净、安全、卫生的蔬菜食品的需求不断增加, 鲜切蔬菜正好可满足人们的这一需求<sup>[1]</sup>。

生菜又名叶用莴苣, 是菊科 1a 或 2a 生蔬菜, 其营养丰富, 属于低糖, 低脂肪蔬菜, 富含维生素, 矿物质。该蔬菜以生食为主, 对高血压和心脏病有一定的医疗作用。由于生菜在加工、运输中极易受到机械损伤和病害, 极难保鲜, 特别经过切割后, 使组织暴露, 营养物质流出易被微生物主要是细菌利用而腐败变质, 从而降低了产品的质量和缩短其货架期。国外研究表明, 鲜切生菜的组织腐烂有许多因素引起, 但是随着贮藏期的延长, 微生物成为主导因素<sup>[2]</sup>, 因此有必要控制鲜切生菜中的微生物数量, 而臭氧具有强的氧化和杀菌特性, 无化学残留等的优点而广泛地被用于食品工业中。Carlin 等研究表明, 引起鲜切生菜的腐败的微生物是主要革兰氏阴性细菌和少量的酵母菌, 霉菌极少见<sup>[3]</sup>。Xu 对新鲜蔬菜采用氯气消毒和臭氧处理进行了对比研究, 结果表明氯气只能对蔬菜中一部分微生物具有致死效应, 而臭氧对新鲜蔬菜中微生物具有广谱杀菌作用, 且杀菌速度是氯气的 600~3 000 倍, 同时, 臭氧处理

能够去除由细菌引起的异味, 降低蔬菜中的乙烯, 延迟蔬菜的成熟, 从而提高新鲜蔬菜的品质<sup>[4]</sup>。Keda 等研究表明, 0.05 μg/L 臭氧处理菠菜、莴苣和草莓, 其细菌含量降低 1/3~1/2<sup>[5]</sup>。

本文采用臭氧水处理鲜切生菜, 并在 4℃ 贮藏, 研究其微生物和生理的变化, 为鲜切生菜的生产流通和保鲜提供科学的依据。

## 1 材料与amp;方法

### 1.1 试验材料

新鲜生菜: 购自南京市卫岗农贸市场, 要求: 形状正常、新鲜、无机械损伤、色泽均一、大小一致。切菜刀为锋利无锈钢刀, 并消毒。包装袋为 0.02 mm 聚乙烯保鲜袋。

### 1.2 臭氧水的制备和浓度的检测

臭氧消毒杀菌器(CXQ-YI/Y 型)的进气量定为 5 L/min, 通入自来水(水温 17℃)中分别处理 2、6、10 min, 通过紫外吸收法<sup>[6]</sup>所测得的臭氧水的浓度分别为 0.03、0.08、0.18 μg/L。

### 1.3 鲜切生菜制备工艺流程

新鲜生菜→挑选、整理→清洗→切分(2cm 宽)→沥干→臭氧水处理→包装(0.02mm 厚无菌食品保鲜袋)→贮藏(4℃ 冰箱)

臭氧水处理: 将切分后的生菜置于不同臭氧浓度的水中浸泡 5 min; 对照组: 将清洗切分

第一作者: 硕士研究生。

\* 国家科技部“十五科技攻关重大专项”项目资助(No. 2001BA501A10)

收稿时间: 2003-11-19, 改回时间: 2004-01-05

后的生菜置于自来水中浸泡 5 min。对照组和处理组均设 3 个重复,并计算标准差。

### 1.4 微生物检验

以无菌操作称取 10 g 样品放于含有 90 mL 0.85% 灭菌生理盐水(0.1% 吐温-80, 适量的玻璃珠), 经充分振摇, 作 10 倍稀释, 选择 2~3 个适宜稀释度, 各取 0.1 mL 稀释液加入已制备的平板进行涂布, 在 36℃ 恒温培养箱中培养 24 h, 菌落记数。

大肠菌群数的检测: 参照文献[7]。

### 1.5 理化指标测试及方法

失重率 = (初始重量 - 最终重量) / 初始重量 × 100%

Vc 含量: 2, 6-二氯酚法[8]

多酚氧化酶 PPO 活性的测定: 分光光度法[9], 酶活性以每分钟 OD<sub>410</sub> 值变化 0.01 个单位为 1 个酶活力单位(U)

### 1.6 感官质量评定

数字化评分方法<sup>[10]</sup>: 1~9 分:

9: 极好, 新鲜, 无缺陷; 7: 较好, 新鲜, 稍有缺陷; 5: 尚好, 颜色微黄; 3: 差, 颜色较黄, 不可食用; 1: 极差, 不可食用。

## 2 结果与讨论

### 2.1 臭氧水对鲜切生菜中细菌总数的影响

从图 1 可以看出, 随着臭氧水浓度的增加, 对细菌的杀灭效果增加。臭氧水浓度 0.18 μg/L 处理鲜切生菜可使细菌总数下降 1.5 个数量级, 且随着贮藏期的延长, 可使细菌总数控制在 10<sup>6</sup> cfu/g。国外研究表明, 当微生物数量级超

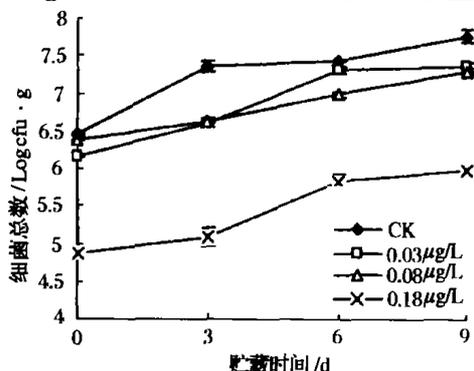


图 1 臭氧水浓度对细菌杀灭的影响

过 10<sup>7</sup> cfu/g, 商业性鲜切蔬菜的货架期在恒温或控温条件下不超过 5~7 d<sup>[11]</sup>。而本试验鲜切生菜 4℃ 贮藏 9 d, 细菌总数均未超过 10<sup>7</sup> CFU/g, 因此, 采用 0.18 μg/L 浓度处理鲜切生菜可以有效地减少由微生物引起的腐败, 同时表明鲜切生菜的货架期至少可达 9 d。

### 2.2 臭氧水对鲜切生菜中大肠菌群数的影响

表 1 臭氧水对鲜切生菜大肠菌群数的影响

| 贮藏时间 /d | 臭氧水浓度 / μg · L <sup>-1</sup> |       |       |       |
|---------|------------------------------|-------|-------|-------|
|         | 0                            | 0.03  | 0.08  | 0.18  |
| 0       | 4.3                          | 0.90  | <0.30 | <0.30 |
| 3       | 3.60                         | <0.30 | <0.30 | <0.30 |
| 6       | 0.70                         | <0.30 | <0.30 | <0.30 |
| 9       | 0.40                         | <0.30 | <0.30 | <0.30 |

注: 大肠菌群数记为: MPN/g (most probable number)

由表 1 可以看出, 大肠菌群对臭氧水非常敏感, 0.03 μg/L 的臭氧水基本可完全杀灭大肠菌群。鲜切生菜经臭氧水处理后在 4℃ 下贮藏, 随着贮藏期的延长, 大肠菌群数呈现减少的趋势。从杀灭大肠菌群的效果角度来看, 采用 0.08 μg/L 浓度的臭氧水就可以使鲜切生菜中的大肠菌群小于 30 × 10<sup>-2</sup> MPN/g, 确保产品的卫生质量要求。

### 2.3 臭氧水对鲜切生菜中多酚氧化酶 PPO 活性的影响

由图 2 所示, 贮藏的前 6 d 内, 处理组的 PPO 活性明显低于对照组, 表明臭氧水可以抑制 PPO 活性。随着贮藏期进一步延长, 对照组的 PPO 活性呈迅速下降的趋势。第 3 天时, 对照组的 PPO 活性最高, 而处理组的 PPO 活性持续增加, 且以 0.18 μg/L 处理的样品在各个

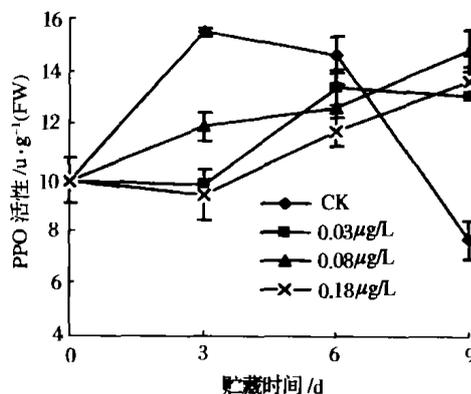


图 2 臭氧水浓度对 PPO 活性的影响

测定期都处于较低水平,表明臭氧水处理有利于阻止鲜切生菜的组织衰老,有利于保鲜。

### 2.4 臭氧水对鲜切生菜中 Vc 含量的影响

图 3 显示,随着贮藏期的延长,鲜切生菜中的 Vc 含量呈现减少的趋势,这是由于切割表面与空气的氧气接触,使 Vc 部分被氧化而破坏。贮藏 9d 后,0.18  $\mu\text{g/L}$  浓度臭氧水处理的鲜切生菜 Vc 的损失最小,这是由于臭氧水抑制了微生物的生长和 PPO 活性,延迟鲜切生菜的组织代谢,从而降低了鲜切生菜的 Vc 的损失。

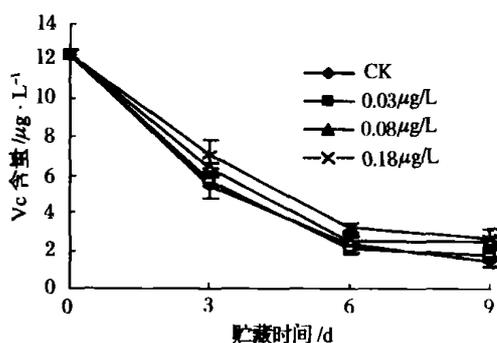


图 3 臭氧水浓度对 Vc 含量的影响

### 2.5 臭氧水对鲜切生菜中失重率的影响

臭氧水处理对鲜切生菜的影响见图 4。随着贮藏期的延长,鲜切生菜的失重率呈现增加的趋势。贮藏 6d 时,处理组与对照组的失重率差异不显著,到第 9 天差异较为明显,且在所有处理中 0.18  $\mu\text{g/L}$  浓度的臭氧水处理的鲜切生菜失重率最小。

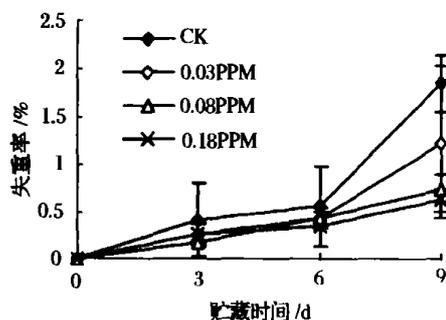


图 4 臭氧水浓度对失重率的影响

### 2.6 臭氧水对鲜切生菜中感官质量的影响

从表 2 可以看出,贮藏至 9 天,0.18  $\mu\text{g/L}$  浓度臭氧水处理的鲜切生菜感官质量最好,0.08  $\mu\text{g/L}$ 、0.03  $\mu\text{g/L}$  浓度臭氧水处理组次之,

对照组最差。0.08  $\mu\text{g/L}$ 、0.03  $\mu\text{g/L}$  浓度臭氧水处理由于浓度太低,不能有效地控制鲜切生菜中的微生物生长、繁殖,致使其组织腐烂,从而使感官质量下降。

表 2 鲜切生菜感官质量评定

| 贮藏时间 /d | 臭氧水浓度/ $\mu\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$ |      |      |      |
|---------|--|------|------|------|
|         | 0                                      | 0.03 | 0.08 | 0.18 |
| 0       | 9                                      | 9    | 9    | 9    |
| 3       | 7                                      | 7    | 8    | 9    |
| 6       | 5                                      | 6    | 6    | 9    |
| 9       | 3                                      | 5    | 5    | 8    |

## 3 结 论

采用 0.18  $\mu\text{g/L}$  浓度臭氧水处理鲜切生菜可以使细菌总数下降 1.5 个数量级并且在贮藏 9d 期间使细菌总数控制在  $10^6$  cfu/g 以内,大肠菌群基本上检测不到。同时 0.18  $\mu\text{g/L}$  浓度臭氧水处理抑制 PPO 活性,减少了 Vc 的损失,降低了失重率,感官质量较好。因此,采用 0.18  $\mu\text{g/L}$  浓度臭氧水处理鲜切生菜能够保证微生物学安全性,降低营养物质的损失,从而提高了鲜切生菜的品质。

## 参 考 文 献

- 1 王俊宁,饶景萍,任小林. 切割蔬菜加工与贮藏的研究进展[J]. 西北农林科技大学学报, 2002, 30: 141~144
- 2 King A D, Magnuson J A, Torok T et al. Microbial flora and storage quality of partially processed lettuce [J]. J Food Sci, 1991, 56: 459~461
- 3 Carlin F, Nguyen-the C, Silva A A D. Factors affecting the growth of listeria monocytogenes on minimally processed fresh endive[J]. J Appl Bacteriol, 1995 78: 636~646
- 4 Xu Liangji. Use of ozone to improve the safety of fresh fruits and vegetables [J]. Food Technology, 1999, 53 (10):58~61
- 5 Keda A, Kawai Y, Easki K. Sterilization of vegetables preserved at low temperature with low concentration[J]. Journal of Society of High Technology in Agriculture, 1998, 10(4): 237~242.
- 6 方 敏,沈月新,方 竞等. 臭氧水稳定性的研究

- [J]. 食品科学, 2002, 23(9): 39~43
- 7 苏世彦. 食品微生物检验手册[M]. 北京: 中国轻工业出版社, 1998. 10
- 8 大连轻工业学院等院校编. 食品分析[M]. 北京: 中国轻工业出版社, 1994. 9
- 9 Franceso Pizzocaro, Inhibition of apple polyphenoloxidase(PPO) by ascorbic acid, citric acid and sodium chloride[J]. J Food Proc and Pres, 1993, 17: 21~30
- 10 Kader A A, Lipton W J, Morris L L. Systems of scoring quality of harvested lettuce[J]. Hort Sci, 1973, 8: 408~409
- 11 Maria Elisabetta Guerzoni, Andrea Gianotti, Maria Rosaria Corbo et al. Shelf-life modelling for fresh-cut vegetables[J]. Postharvest Biology and Technology, 1996(9): 195~207

## Study on the Quality Change of Fresh-cut Lettuce Treated with Ozonated Water

Zhang Likui Lu Zhaoxin Yu Zhifang

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

**ABSTRACT** Fresh-cut lettuce was treated with ozonated water and the effect on total bacterial counts and coliform group, PPO activity, Vc content, weight loss ratio and sensory quality were evaluated during storage at 4°C. Experimental results showed that the number of total bacterial counts on fresh-cut lettuce was reduced by the order of about  $10^{1.6}$  with 0.18 μg/L of ozonated water, and that the number of total coliform group was lowered to less than 30 (MPN/100 g) (Most Probable Number) by treatment of ozonated water. The Polyphenol Oxidases (PPO) activity of fresh-cut lettuce was much inhibited by ozonated water. The loss of Vc content and weight loss ratio of fresh-cut lettuce treated with 0.18 μg/L ozonated water was lower than that of the samples with no treatment or treated only at levels of 0.03 μg/L and 0.08 μg/L. In addition, sensory quality of fresh-cut lettuce treated with ozonated water was much better than that of one non-treated.

**Key words** ozonated water, fresh-cut lettuce, quality change, storage



### 焙烤食品走上保健功能之路

近几年,保健功能性食品市场稳步增长,尤以乳制品业表现最为突出。然而,同样与人们生活息息相关的焙烤业也在跟进,不断有更多新保健功能的产品出现在超市的货架上。根据英国的一份市场报告分析,2003年在焙烤食品中,功能面包的销售额占总面包的6%,其中美国的市场最大,达到4900万美元,英国为1210万美元,法国为30万美元,德国为3310万美元,预计2004年德国功能面包市场将会达到4030万美元。功能饼干、蛋糕和精制点心销售额占总销售额的7%,法国是最大的功能饼干和蛋糕市场,2003年的营业额为8090万美元,预计2004年将增加至9060万美元。

与法国比较,德国的市场要小得多,2003年只有260万美元,2004年预计也只会达到310万美元。美国市场2003年营业额为7890万美元,2004年有望达到8420万美元。日本在功能食品或称特定保健用食品方面,一直是世界上最主要的国家之一。在焙烤食品上也不例外,该国2家面包制造商在全球功能焙烤食品市场上分别占有24%和6.7%的份额。

据了解,目前市场上较为畅销的功能面包有:法国Meadow公司的“男人面包”,该面包中添加有大豆异黄酮ω-3和ω-6脂肪酸。该公司的开发目标是对当前极不发达的男性食品市场。德国生产的L-肉碱强化面包,特别针对酷爱体育运动的人群,以提高他们的活力。德国和澳大利亚也开发了添加益生原菊粉的面包。

在日本,能起到美容作用的面包十分受欢迎,如一种强化DHA和甘露糖的面包,据说有改善皮肤的功能。添加海藻糖和大豆异黄酮的面包被认为可以增加人体对钙的吸收。