

## 超声波和臭氧在鲜切韭薹保鲜中的应用

陈育彦 屠康 施建辉

(南京农业大学食品科技学院, 南京, 210095)

**摘 要** 采用超声波、臭氧以及二者结合处理的方法对鲜切韭薹进行清洗。结果表明, 4℃冷藏货架下, 采用超声波和臭氧处理鲜切韭薹可以有效抑制韭薹的呼吸强度, 减少鲜重的损失, 对叶绿素的  $V_C$  也有很好的保护作用, 对其表面的细菌增殖也有较好的抑制作用, 较好的保持鲜切韭薹的品质。尤其是二者结合处理, 可将韭薹的货架期延长至 11 d。

**关键词** 韭薹, 超声波, 臭氧, 清洗, 鲜切

鲜切果蔬(fresh-cut fruits and vegetables)又称最少加工果蔬、轻度加工果蔬、切割果蔬、半加工果蔬、调理果蔬、预包装方便果蔬等, 是指新鲜果蔬原料经分级、整理、清洗、去皮、切分和包装等处理而制成可直接烹调(即用型)的新鲜果蔬制品<sup>[1]</sup>。然而, 鲜切果蔬经过机械的切割, 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, 同时由于机械伤又会刺激产生如加快呼吸等很多不利于贮藏的生理变化。因此需要通过清洗等手段来延长鲜切果蔬的贮期。此前, 已有学者将超声波和臭氧等方法独立的应用于鲜切西洋芹及芹菜的清洗保鲜中<sup>[2,3]</sup>。

韭薹采收后在常温下易黄化、纤维化、衰老, 使其品质降低, 特别经过切割后, 腐烂变坏更快。因此有必要在切割后进行一定的清洗处理再进行贮藏, 以提高它的商品价值和食用价值。为此本文采用超声波、臭氧及二者结合的处理方法对鲜切韭薹进行清洗处理, 通过对微生物及几种品质指标的变化的测定, 研究超声波和臭氧清洗对于鲜切韭薹保鲜效果的影响。

## 1 材料与方法

### 1.1 试验材料

试验品种为福建韭薹, 购于南京白云亭蔬菜批发市场。要求无机械损伤, 大小、新鲜度基本一致。

### 1.2 仪器与设备

CXQ-YI/Y 型臭氧消毒杀菌器, KQ-3200E 型超声波清洗器, 752-紫外光栅分光光度计, BP/BS 系列电子天平, TDL-40B 型低速台式大容量离心机, PYX-250H-A 恒温恒湿培养箱, SW-CJ 列净化工作台, YXQ.SG41.280 手提式压力蒸汽灭菌器。

第一作者: 硕士研究生(屠康为通讯作者)。

收稿日期: 2005-07-04

## 1.3 试验方法

### 1.3.1 预处理

将试验用的韭薹挑出有机械损伤的, 适当清洗, 然后晾干 20 min, 分成 4 个处理组(每组约 2 kg), 编号为 A、B、C、D。分别为: A 清水组(即对照组)、B 超声波处理组、C 臭氧水处理组、D 臭氧水与超声波结合处理组。每组均设 3 个重复。

对照处理是直接用清水清洗 10 min; 臭氧水处理是设置臭氧消毒杀菌器的进气量为 5 L/min(最大), 开机在清水中通臭氧 10 min 后将鲜切的韭薹放入(此时臭氧水的浓度达到稳定<sup>[4]</sup>), 浸泡 10 min; 超声波处理是将韭薹放入超声波清洗器中开启超声波(最大功率)使用清水清洗 10 min; 臭氧水与超声波结合是将臭氧通入超声波清洗器的水中同时开启超声波清洗 10 min。以上 4 组处理均在 20℃ 下进行。再将处理后的 4 组分别放入 4℃ 环境中模拟冷藏货架。

### 1.3.2 鲜切韭薹制作工艺流程

新鲜韭薹→挑选、整理→清洗→沥干 20 min→分组→切分(4cm 左右)→处理(清水、超声波、臭氧、超声波和臭氧结合处理)→沥干 20 min→包装(无菌托盘及保鲜膜)→冷藏货架(4±0.5)℃

### 1.3.3 测试方法

(1) 吸呼强度: 静置法。

(2) 失重率:  $\text{失重率}/\% = (\text{初始质量} - \text{最终质量}) / \text{初始质量} \times 100$ 。

(3)  $V_C$  含量: 钼酸铵比色法测定法<sup>[5]</sup>。

(4) 叶绿素含量: 分光光度测定法<sup>[6]</sup>。

(5) 微生物检验方法: 菌落总数测定按 GB4789.2—2003。以无菌操作称取 10 g 样品放于含有 90 mL, 质量分数 0.85% 灭菌生理盐水, 经充分振摇作为基础母液, 再将母液稀释 10 和 100 倍。各取 1 mL

稀释液注入培养皿中,将配制好的营养琼脂培养基倒入培养皿中,轻微振荡混匀,于 37℃ 恒温培养箱中培养 24 h 后计数。

(6)感官质量评定:对不同处理不同货架期的鲜切韭薹,根据色泽、褐变、气味和组织状态 4 个方面按 9 分制法进行评分(1 分:已腐烂变质,不可食;3 分:切割面干燥发白,已黄化,不可售;5 分:切割面干燥、粗糙,部分茎软化,不易售;7 分:微小缺陷但看不出,易零售;9 分:极好,新鲜、绿色、无缺陷、切面有光泽、风味纯正)。

### 1.3.4 统计分析

采用 SAS8.2 统计软件统计分析,处理间比较采用邓肯氏新复极差法(Duncan's Multiple Range Test)。

## 2 结果与分析

### 2.1 不同处理方法对鲜切韭薹呼吸强度的影响

蔬菜的呼吸强度大小与温度、有无机械损伤有着密切的关系。呼吸作用越低,营养物质消耗就越少,也就越有利于保持新鲜。如图 1 所示,鲜切韭薹货架期间呼吸强度整体上呈现上升趋势。各组间在前 3 d 无明显差异,随着货架期的延长,各处理均能有效的抑制呼吸强度上升,减缓鲜切韭薹的衰老。其中以臭氧处理和结合处理的抑制效果最佳。

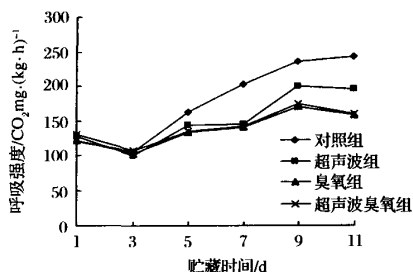


图1 鲜切韭薹呼吸强度的变化

### 2.2 不同处理方法对鲜切韭薹失重率的影响

蔬菜的鲜重是影响蔬菜商品价值的一个重要的指标。鲜切韭薹货架期间失重率呈不断上升趋势(如图 2 所示),各处理组均能有效的减少鲜重的损失,并在第 11 天与对照差异显著( $P < 0.05$ )。且超声波臭氧结合处理组与对照组差异极显著( $P < 0.01$ )。

### 2.3 不同处理方法对鲜切韭薹 V<sub>C</sub> 含量的影响

鲜切韭薹货架期间 V<sub>C</sub> 含量下降(见图 3),这主要是由于切割表面与空气的氧气接触,使 V<sub>C</sub> 部分被氧化而破坏。贮藏到第 11 天,超声波处理 V<sub>C</sub> 损失

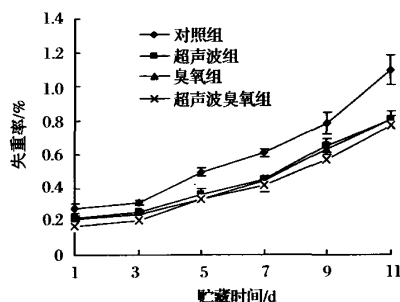


图2 鲜切韭薹失重率的变化曲线

最少,超声波臭氧结合处理次之,且与对照差异极显著( $P < 0.01$ ),而臭氧处理对照组差异不显著。这可能是由于臭氧水一方面可以抑制 PPO 活性,延迟鲜切韭薹的组织代谢,从而降低 V<sub>C</sub> 的损失,但另一方面,臭氧还有一定的氧化作用,因此剂量过高,也会破坏 V<sub>C</sub> 等营养物质<sup>[7]</sup>。

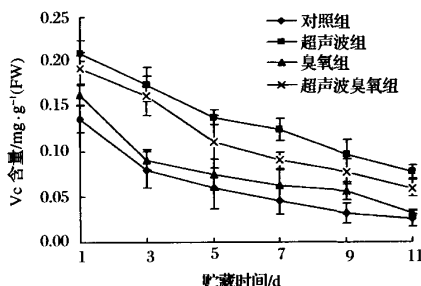


图3 鲜切韭薹 V<sub>C</sub> 含量的变化

### 2.4 不同处理方法对鲜切韭薹叶绿素含量的影响

色泽是绿叶蔬菜的重要品质指标,脱绿黄化是其衰老的表现特征。如图 4 所示各组鲜切韭薹的叶绿素的含量都呈下降趋势,各处理在冷藏货架期内均能减缓叶绿素的降解,并在第 11 天与对照组有极显著的差异( $P < 0.01$ )。其中臭氧处理和结合处理的效果最好,超声波处理次之。

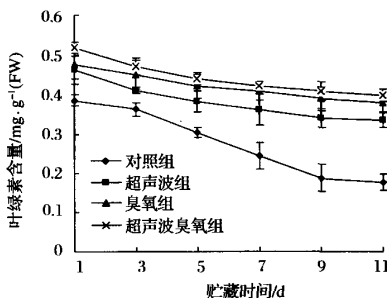


图4 鲜切韭薹叶绿素含量的变化

### 2.5 不同处理方法对鲜切韭薹微生物的影响

韭薹经过切割后,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。有研究报道<sup>[8]</sup>,臭氧相对于 Cl<sub>2</sub> 和其他普通的消毒剂更具有广谱杀菌作用,同时臭氧处理能够去除由细菌引起的异味,降低蔬菜中的乙烯释放量,延迟蔬菜的成熟,从而提高新鲜蔬菜的品质。另外,超声波在液体中产生的空化现象,也对微生物具有杀灭作用<sup>[9]</sup>。

如表 1 所示,随着货架期的延长,清水清洗的韭薹表面的细菌数量增殖速度最快,到第 5 天已多不可

计,而经过臭氧和超声波处理的韭薹表面的细菌数量基本得到了控制,其中经过超声波臭氧联合处理的效果最好。这可能是<sup>[10]</sup>:(1)超声波可以增加臭氧溶解量,还能促进氧的分散,使其形成小气泡,增加接触面积,使臭氧最大程度发挥灭菌能力;(2)超声波可以打碎细菌团块和外围有机物;(3)超声波具有降低液体表面张力的作用;(4)超声波可以加强氧化还原作用。基于超声波和臭氧的协同作用,采用二者联合处理的鲜切韭薹,其表面细菌数的增值得到了较好的控制。

表 1 细菌菌落数的变化 cfu/g

处理方式	贮藏时间/d					
	1	3	5	7	9	11
A(对照)	1.85×10 <sup>4</sup>	1.90×10 <sup>5</sup>	多不可计	多不可计	多不可计	多不可计
B(超声波)	0.80×10 <sup>4</sup>	1.35×10 <sup>4</sup>	1.10×10 <sup>5</sup>	多不可计	多不可计	多不可计
C(臭氧)	0.35×10 <sup>4</sup>	1.00×10 <sup>4</sup>	3.85×10 <sup>4</sup>	1.5×10 <sup>5</sup>	8.45×10 <sup>5</sup>	多不可计
D(超声波+臭氧)	0.30×10 <sup>4</sup>	0.85×10 <sup>4</sup>	3.50×10 <sup>4</sup>	8.5×10 <sup>4</sup>	2.00×10 <sup>5</sup>	7.50×10 <sup>5</sup>

2.6 不同处理方法对鲜切韭薹感官品质的影响

贮藏期间,清水处理后的韭薹品质变化较快,一周后就失去了商业价值,切面干白发白,已有黄化。第 11 天完全失去了食用价值,出现了腐烂,而且还出现水浸状。超声波处理组在第 11 天出现个别的腐烂现象,可能是因为超声波处理时对韭薹造成了一定的机械损伤。而单独臭氧处理和超声波臭氧联合处理都能较好的保持鲜切韭薹的品质(见表 2)。

表 2 韭薹感官品质的变化(分)

处理方式	贮藏时间/d					
	1	3	5	7	9	11
A(对照)	9	7	5	4	3	1
B(超声波)	9	9	6	6	4	3
C(臭氧)	9	9	7	8	6	5
D(超声波+臭氧)	9	9	7	7	6	6

3 小结与讨论

研究表明,超声波和臭氧都能对鲜切韭薹起到较好的保鲜效果。尤其是二者结合处理,使鲜切韭薹的鲜重、叶绿素、V<sub>C</sub> 损失与对照相比都达到了极显著水平。并且在本次试验的冷藏货架期内(11 d)有效的抑制韭薹表面的细菌增殖,较好的保持鲜切韭薹的品质,将鲜切韭薹的货架期延长至 11 d(鲜切蔬菜的货架期一般为 6 d 左右)。但同时可以看到,臭氧的氧化作用对 V<sub>C</sub> 有一定的影响。另外,超声波的机械作用会对韭薹的细胞组织产生一定的破坏作用,胁迫作

用加大,使其在第 7 天后对呼吸作用的抑制效果有所减弱。

因此在今后的工作中,应该对臭氧的浓度和超声波的功率进行量化的研究,以发挥二者最佳的协同效果,近一步提高对鲜切韭薹的保鲜效果。

参 考 文 献

1 高翔.鲜切菜“冷杀菌”技术的研究[J].微生物学杂志,2003,23(5):56~59

2 高翔,陆兆新,张立奎.超声波气泡清洗鲜切西洋芹的应用研究[J].食品工业科技,2003,11(24):27~29

3 潘磊庆,屠康,贾明敏.臭氧水处理对芹菜保鲜效果的研究[J].安徽农业大学学报,2004,31(3):348~352

4 高翔,陆兆新,张立奎,等.臭氧在鲜切西洋芹保鲜中应用的研究[J].食品科学,2003,24(12):131~134

5 奚长生.磷钼蓝分光光度法测定维生素 C[J].光谱学与光谱分析,2001,21(5):723~725

6 杨振德.分光光度法测定叶绿素含量的探讨[J].广西农业大学学报,1996,2(15):145~149

7 高瑞霞,张平,吴震,等.臭氧处理果蔬提高贮藏的初步试验[J].辽宁农业科学,1993(5):38~40

8 Xu Liangji. Use of ozone to improve the safety of fresh fruits and vegetables[J]. Food Technology,1999,53(10):58~61

9 李儒荀,袁锡昌,王跃进,等.超声波-激光联合杀菌的研究[J].包装与食品机械,1998,16(3):6

10 陈荣凤,薛广波,顾春英.超声波消毒研究进展[J].上海预防医学杂志,1999,11(11):491~495

(下转第 117 页)

- sion of pre-cooked shrimp[J]. International Journal of Food Microbiology, 2001, 68:1~9
- 3 徐昆龙,肖 蓉.辐照保鲜技术及其在动物性食品中的应用[J].食品工业科技,2005,26(5):179~181
- 4 Al-Dagal M M, Bazaraa W A. Extension of shelf life of whole and peeled shrimp with organic acid salts and bifidobacteria[J]. J Food Prot, 1999, 62:51~56
- 5 Gennadios A, Kurth L B. Application of edible coatings on meats, poultry and seafoods: a review[J]. Lebensm-Wiss Technol, 1997, 30:337~350
- 6 曾庆祝,许庆陵.鱼、虾、贝可食性涂膜保鲜技术的研究[J].大连水产学院学报,1997,12(2):37~42
- 7 陈舜胜,彭云生,严伯奋.溶菌酶复合保鲜剂对水产品的保鲜作用[J].水产学报,2001,25(3):254~259
- 8 马丽珍,南庆贤,戴瑞彤.真空包装冷却猪肉低剂量辐照后的理化和感官特性变化[J].农业工程学报,2003,19(4):184~187
- 9 Nam K C, Ahn D U. Carbon monoxide-heme pigment is responsible for the pink color in irradiated raw turkey breast meat[J]. Meat Science, 2002, 60:25~33
- 10 Owen R Fennema. 食品化学[M]. 北京:中国轻工业出版社, 2003. 290
- 11 Zhu M J, Mendonca A, Ahn D U. Temperature abuse affects the quality of irradiated pork loins[J]. Meat Science, 2004, 67:643~649
- 12 周家春.食品工艺学[M]. 北京:化学工业出版社, 2003. 67~68
- 13 Nam K C, Ahn D U. Use of antioxidants to reduce lipid oxidation and off-odor volatiles of irradiated pork homogenates and patties[J]. Meat Science, 2003, 63:1~8
- 14 Jo C, Ahn D U. Production of volatiles from irradiated oil emulsion systems prepared with amino acids and lipids[J]. Journal of Food Science, 2000, 65:616
- 15 Kim Y H, Nam K C, Ahn D U. Volatile profiles, lipid oxidation and sensory characteristics of irradiated meat from different animal species[J]. Meat Science, 2002, (61):257~265
- 16 Ahn D U, Jo C, Olson D G. Analysis of volatile components and the sensory characteristics of irradiated raw pork[J]. Meat Science, 2000, 54:209~215

## Irradiation Preservation of Pre-cooked Peeled Shrimp

Liu Yanning   Yang Ruijin   Wu Yujie

1 (Key Laboratory of Food Science & Safety, Ministry of Education, Southern Yangtze University, Wuxi, 214036, China)

2 (School of Food Science and Technology, Southern Yangtze University, Wuxi, 214036, China)

**ABSTRACT** The inoculated and uninoculated pre-cooked peeled products were exposed to low-dose gamma irradiation (1, 3, 6, and 9 kGy) treatment. The results showed that irradiation of low doses can eliminate high contamination spoilage organisms and pathogens. *Bacillus subtilis* is more resistant to irradiation. Irradiation could extend the shelf-life of the products obviously but cause some physical and chemical changes, such as nutrition, volatile compounds, color and texture of the products. Sensory test showed that the samples with an irradiation dose lower than 6 kGy were acceptable.

**Key words** irradiation, shrimp, shelf-life, spoilage organisms

(上接第 112 页)

## Application of Ultrasound and Ozone Treatments on Fresh-Cut Scape of Chinese Chive

Chen Yuyan   Tu Kang   Shi Jianhui

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

**ABSTRACT** The scape of Chinese chive was treated with different methods: ultrasound,  $O_3$ , and combination of ultrasound and  $O_3$ . Six parameters were detected every two days to find a suitable cleaning method. The result showed that after treating with ultrasound and  $O_3$ , the respiration rate was lower, weight loss, chlorophyll content and  $V_C$  content were significantly reduced, the colony-forming units of bacteria was inhibited at some degree. The best condition was observed by the combination of ultrasound and  $O_3$ , the shelf life of scape of Chinese chive could be prolonged to the eleventh day under 4℃ storage temperature.

**Key words** scape of Chinese chive, ultrasonic,  $O_3$ , cleaning, fresh-cut