

# 超高压处理对轻度加工茭白保鲜的影响\*

张涛,王庆新,江波,沐万孟

(江南大学 食品科学与技术国家重点实验室,江苏 无锡,214122)

**摘 要** 探讨了超高压处理对微加工茭白货架期保鲜效果的影响,在 25℃、600 MPa 下处理 10 min,贮藏至第 7 天,对照组和超高压处理组茭白的失重率分别达到 10.9%、7.2%,呼吸强度分别为 56.63、64.24 CO<sub>2</sub> mg/(kg·h),细胞膜透性分别为 53.3%、45.5%,V<sub>c</sub> 含量下降了 56.3%、48.2%,纤维素含量分别为 1.49%、1.37%,L 值分别下降至 70.35、62.45,a 值分别上升至 -0.54、-0.38,b 值分别上升至 16.7、15.5。

**关键词** 超高压,茭白,保鲜

茭白在采后,去除外壳及切去质量较差的尖端和基部,清洗干净后按长短、粗细分级包装后,消费者食用较为方便。但微加工后的茭白品质易劣变,主要表现为肉质茎不断纤维化和木质化而使得质地粗糙,口感变差,影响了食用品质。另外,在光照条件下,表皮中迅速合成叶绿素,从而外皮逐步变绿,加上茭白易失水萎蔫,亦影响了茭白的感官品质及食用品质<sup>[1]</sup>。所以要想延长轻度加工茭白的食用时间,贮藏保鲜方法尤其重要。

超高压(UHP)技术是一种冷杀菌技术,对食品的营养成分破坏少<sup>[2]</sup>。利用超高压技术加工食品,有效地克服了传统的热加工法处理食品所带来的种种弊端,在满足能源问题、化学污染问题和社会对高质量食品的需求等方面充分体现出了其自身价值<sup>[3]</sup>。尤其是近年来人们对食品的新鲜度的要求越来越高,希望食品在加工过程中能保持其原有的新鲜度,因而导致了轻度加工食品概念的诞生,推动了对非热加工技术的研究开发<sup>[4]</sup>。

本文采用超高压加工处理茭白,考察超高压处理对轻度加工茭白新鲜度的影响,为茭白贮藏加工和产品开发提供理论依据。

## 1 材料与方法

### 1.1 材料

茭白购于无锡市场。草酸、H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>、NaOH、2,6-二氯酚酞等主要化学试剂均为分析纯。

第一作者:博士,副教授。

\* 国家自然科学基金重点项目(200436020),江南大学食品科学与技术国家重点实验室自由探索资助项目(SKLF-TS-200808)

收稿日期:2008-09-23,改回日期:2008-12-12

### 1.2 主要仪器与设备

UHPF-800-MPa-3L 超高压处理装置,内蒙古包头科发新型技术食品机械有限公司;A300/1G 真空封口机,德国 MULTIVAC 公司;DDS-II 电导仪,上海精密科学仪器有限公司;WSC-S 色差仪,上海精密科学仪器有限公司。

### 1.3 实验方法

#### 1.3.1 茭白试样的预处理

将茭白置于流动的清水中漂洗干净,自然沥干,留取中间段,手工横切为 8 mm 厚的薄片。将处理后的茭白薄片用聚乙烯塑料袋(长×宽=10 cm×20 cm)真空密封包装。

#### 1.3.2 超高压处理

为防止高压挤破单层包装袋,将已真空密封包装茭白薄片用聚乙烯塑料大袋进行 2 次真空包装。2 次包装后的袋装试样浸泡于高压容器的传压介质油中,600 MPa 超高压处理 10 min<sup>[5]</sup>。处理后样品经清洗并置冰箱 4℃ 保藏,所有性质的测定在 24 h 进行。超高压设备有效容积 3 L,升压速度 100 MPa/min,解压时间 15 s,压力腔夹套温度设置为 25℃。

#### 1.3.3 失重率的测定

采用称重法<sup>[6]</sup>测定。用样品的初始质量减去贮藏过程中每次称得的质量,用这个差值与样品的初始重量相除,即为失重率。公式如下:

$$\text{失重率}/\% = [(m_0 - m_1)/m_0] \times 100$$

式中: $m_0$ ,样品的初始质量,g; $m_1$ ,样品贮藏一段时间后的质量,g。

#### 1.3.4 呼吸强度的测定

采用静置法<sup>[7]</sup>测定。

用移液管精确吸取 10 mL 0.4 mol/L 的 NaOH 置于 50 mL 小烧杯中,立即放入干燥器中,置上隔

板,再放入 200 g 茭白,密封静置 30 min 后取出小烧杯,将碱液移入 250 mL 锥形瓶中,用蒸馏水冲洗 4~5 次,加入 5 mL 饱和 BaCl<sub>2</sub> 溶液,再滴加 2 滴酚酞指示剂,用 0.1 mol/L 草酸滴定至粉红色刚好消失。用同样浓度的 NaOH 作空白实验。呼吸强度以每 kg 茭白每 h 释放的 CO<sub>2</sub> mg 数表示。

呼吸强度/CO<sub>2</sub> mg · (kg × h)<sup>-1</sup> = [N × (V<sub>1</sub> - V<sub>2</sub>) × 44]/(m × t)

式中:C,草酸溶液浓度,mol/L;V<sub>1</sub>,空白试验滴定所用草酸量,mL;V<sub>2</sub>,试验滴定所用草酸量,mL;44,CO<sub>2</sub>的摩尔当量,g/mol;m,样品的质量,kg;t,静置时间,h。

### 1.3.5 细胞膜透性的测定

用不锈钢打孔器将样品切成直径为 6 mm 的小圆片,称 10 g 小圆片于 50 mL 烧杯中,加 20 mL 蒸馏水,缓慢搅拌 20 min,用 DDS-II 电导仪测定浸提液的电导率(C<sub>1</sub>),将浸提液连同小圆片煮沸 5 min,冷却后加蒸馏水至 20 mL,测定浸提液的电导率(C<sub>2</sub>),用相对电导率(C<sub>1</sub>/C<sub>2</sub>) × 100 表示样品细胞膜相对透性。

### 1.3.6 V<sub>C</sub> 含量的测定

按照 2,6-二氯酚酚滴定法进行<sup>[8]</sup>。结果以每 100 g 样品中含有 V<sub>C</sub> 的毫克数表示,测定的 V<sub>C</sub> 均为还原性 V<sub>C</sub>。

### 1.3.7 色泽的测定

采用 WSC-S 型全自动测色色差计测定样品的颜色。采用亨特均匀表色系统测定 L、a、b 值表示样品的颜色,重复 3 次。其中 L 表示白度,L 值越小,表明产品的白色程度越小;a 值表示色泽的红/绿,a < 0 表示的是绿色程度,a 值越小,绿色程度越高;b 值表示色泽的黄/蓝,b > 0,表示的是黄色程度,b 值越大,黄色程度越高。色差值 ΔE 反映了茭白色泽的总体变化,ΔE 越大表示茭白的颜色变化越大。

$$\Delta E = \sqrt{(LL_0)^2 + (aa_0)^2 + (bb_0)^2}$$

式中:L<sub>0</sub>、a<sub>0</sub>、b<sub>0</sub> 为茭白对照样(相同保藏条件但未经超高处理的样品)的值,L、a、b 为茭白处理样的值。

### 1.3.8 纤维素的测定

采用酸性洗涤法<sup>[8]</sup>测定。

### 1.3.9 数据分析

数据统计分析采用 SPSS13.0 (Statistical Product and Service Solutions) 软件进行方差分析。

## 2 结果与讨论

### 2.1 超高压处理对微加工茭白失重率的影响

果蔬采收后仍然会进行一系列的生理活动,其中水分蒸发作用是影响果蔬品质的一个重要因素。抑制果蔬的蒸发作用,保持一定的水分是果蔬保鲜的关键因素之一。茭白采收时的含水量一般在 93% 左右。贮藏过程中由于失水,果蔬组织细胞失去原有的饱满状态,呈现萎蔫、皱缩状态,且光泽消退,使保鲜果蔬的商品价值大大下降。

超高压处理下微加工茭白的失重率如图 1 所示,以相同保藏条件但未经超高处理的样品失重率为对照。从图 1 中可知,微加工茭白的失重率在贮藏初期较高,在第 7 天基本达到最高。超高压处理组的茭白失重率在贮藏期间内一直低于对照组,贮藏至第 7 天,对照组和超高压处理组茭白的失重率分别达到 10.9% 和 7.2%。两者有显著差异(P < 0.05)。可见,超高压处理后,茭白的失重率得到了有效的控制,保鲜效果更好。

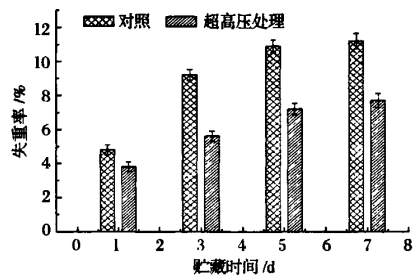


图 1 超高压处理对微加工茭白贮藏期间失重率的影响

### 2.2 超高压处理对微加工茭白呼吸强度的影响

果蔬在采后仍进行呼吸,消耗养分来保持自身的生命力。呼吸强度是果蔬采后生命活动强弱的重要标志,保鲜要求尽量抑制果蔬的新陈代谢,保持果蔬品质。图 2 是超高压处理对微加工茭白呼吸强度的作用,以相同保藏条件但未经超高处理的样品呼吸强度为对照。由图 2 可以看出,无论是对照组还是超高压处理组,微加工茭白在贮藏期间呼吸强度均呈下降趋势,说明低温会影响茭白的呼吸代谢,减缓衰老过程。此外,超高压处理在一定程度上抑制了茭白的呼吸强度,尤其在贮藏初期呼吸强度下降的速度很快,这对于茭白的保鲜非常有利。贮藏至第 7 天,超高压处理组和对照组茭白的呼吸强度分别为 56.63CO<sub>2</sub>mg/(kg · h) 和 64.24CO<sub>2</sub>mg/(kg · h),超高压处理组比对照组茭白的呼吸强度低 13.4%,两

者有显著性差异 ( $P < 0.05$ )。

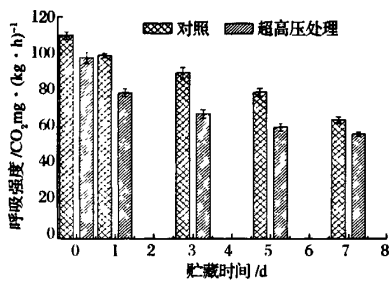


图2 超高压处理对微加工茭白贮藏期间呼吸强度的影响

2.3 超高压处理对微加工茭白细胞膜透性的影响

细胞膜透性的变化可以反映细胞衰老和遭受破坏的程度,是果蔬品质的一个生理指标。细胞膜透性的大小可以用组织的相对电导率来衡量,相对电导率越高,细胞膜透性就越大,反之则越小。超高压处理对微加工茭白细胞膜透性的影响如图3所示。以相同保藏条件但未经超高压处理的样品细胞膜相能透性为对照。从图3中可以看出,微加工茭白的细胞膜透性随着贮藏期的延长而逐渐增加,这表明微加工茭白的细胞膜完整性在不断降低。超高压处理组的微加工茭白的细胞膜相对透性处在较低水平,表明超高压处理在一定程度上抑制了微加工茭白贮藏过程中细胞膜透性的增加速率,细胞膜透性低,则水分子不易透过,水分的活动能力减弱,从而降低了水分的散失,说明茭白的品质保藏较好。贮藏至第7天,超高压处理组和对照组茭白的细胞膜透性分别为45.5%和53.3%,两者差异性显著 ( $P < 0.05$ )。

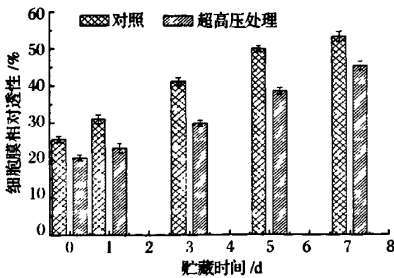


图3 超高压处理对微加工茭白贮藏期间细胞膜相对透性的影响

2.4 超高压处理对微加工茭白中V<sub>C</sub>保留率的影响

果蔬中含有对维持人体生理机能起着重要作用的维生素,V<sub>C</sub>是反映果蔬营养成分的一个重要指标,其含量随着果蔬采后生理活动的消耗而不断下降。图4是超高压处理对微加工茭白在贮藏期间V<sub>C</sub>含

量的影响,以相同保藏条件但未经超高压处理的样品V<sub>C</sub>保留率为对照。可以看出,超高压处理后的微加工茭白和对照组茭白V<sub>C</sub>含量的下降类似。贮藏至第7天,对照组茭白V<sub>C</sub>含量下降了56.3%,超高压处理组下降了48.2%。与对照组相比,超高压处理有利于维生素C的保留,两者差异显著 ( $P < 0.01$ )。这说明超高压处理可以降低果蔬的生理活动,新陈代谢速度减缓,从而有效地保存果蔬中的营养成分。

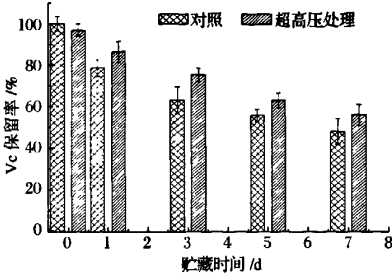


图4 超高压处理对微加工茭白贮藏期间V<sub>C</sub>含量的影响

2.5 超高压处理对微加工茭白中纤维素含量的影响

刚采收后的茭白嫩茎纤维素含量少,含水量高,因而质地脆嫩。随着贮藏期的延长,粗纤维含量逐渐增加,质地变得粗糙,严重影响茭白的口感,导致商品价值降低。超高压处理对微加工茭白纤维素含量的影响如图5所示。以相同保藏条件但未经超高压处理的样品为对照。从图5中可以看出,在贮藏过程中,茭白的纤维素含量不断上升。超高压处理可以在一定程度上抑制纤维素含量的上升。贮藏至第7天,对照组和超高压处理组微加工茭白的纤维素含量分别为1.49%和1.37%,与贮藏初期相比,分别增加了23.14%和15.12%。两者呈显著性差异 ( $P < 0.01$ )。

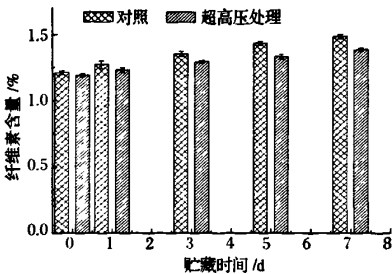


图5 超高压处理对微加工茭白贮藏期间纤维素含量的影响

2.6 超高压处理对微加工茭白色泽的影响

在亨特均匀色系统中,L值表示颜色的明暗程

度,又称白度。超高压处理对微加工茭白贮藏期间  $L$  值的影响如图 6 所示。可以看出,经过超高压处理后,茭白的白度与对照组相比略有下降,而在贮藏过程中下降不明显,基本趋于稳定。对照组茭白随着贮藏时间的延长, $L$  值呈现下降趋势。贮藏至第 7 天,对照组和超高压组茭白的  $L$  值分别下降至 70.35 和 62.45,与贮藏初期相比,分别下降了 12.5% 和 7.1%。

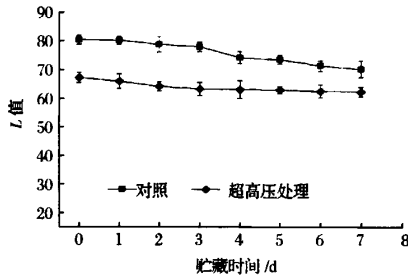


图 6 超高压处理对微加工茭白贮藏期间  $L$  值的影响

在亨特均匀表色系统中, $a$  值表示颜色的红绿程度, $a$  值越负,表示色泽越绿。超高压处理对微加工茭白贮藏期间  $a$  值的影响如图 7 所示。从图 6 中可知,经过超高压处理后,茭白的  $a$  值与对照组相比略有上升,表明茭白的绿色程度有所下降。而在贮藏过程中,对照组和超高压处理组茭白随着时间的延长, $a$  值都呈上升趋势。贮藏至第 7 天,对照组和超高压组茭白的  $a$  值分别上升至 -0.54 和 -0.38,与贮藏初期相比,分别上升了 64.4% 和 62.7%。两者无明显差异 ( $P > 0.05$ )。

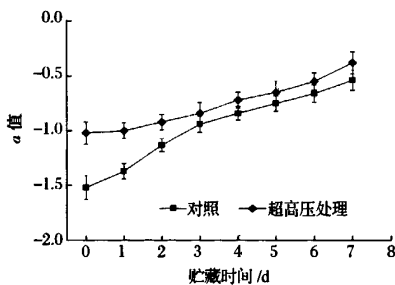


图 7 超高压处理对微加工茭白贮藏期间  $a$  值的影响

在亨特均匀表色系统中, $b$  值表示颜色的黄蓝程度, $b$  值越大,表示色泽越黄。超高压处理对微加工茭白贮藏期间  $b$  值的影响如图 8 所示。可以看出,经过超高压处理后,茭白的  $b$  值与对照组相比略有上升,表明茭白的黄色程度有所增加。而在贮藏过程中,对照组和超高压处理组茭白随着时间的延长, $b$  值都呈上升趋势。贮藏至第 7 天,对照组和超高压组

茭白的  $b$  值分别上升至 15.5 和 16.7,与贮藏初期相比,分别上升了 19.1% 和 15.5%。两者无明显差异 ( $P > 0.05$ )。

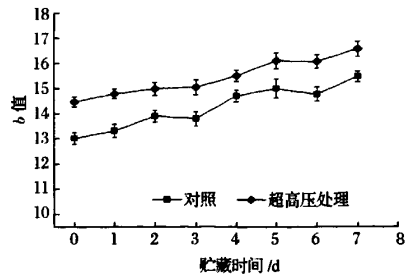


图 8 超高压处理对微加工茭白贮藏期间  $b$  值的影响

在亨特均匀表色系统中, $\Delta E$  值反映颜色的整体变化, $\Delta E$  值越大,表示色泽整体变化越大。超高压处理对微加工茭白贮藏期间  $\Delta E$  值的影响如图 9 所示。可以看出,经过超高压处理后,茭白的  $\Delta E$  值与对照组相比有所下降,表明茭白的色泽整体变化下降。在贮藏过程中,对照组和超高压处理组茭白随着时间的延长, $\Delta E$  值在贮藏前 3 d 呈下降趋势,后期趋于稳定。综合  $L, a, b$  和  $\Delta E$  值的变化,可以知道超高压处理后茭白的亮度有所下降,在贮藏初期,与对照组相比,呈现略微黄色。但在贮藏过程中,超高压处理在一定程度上抑制了茭白变黄的速率,在整体的色差变化上,超高压处理后的茭白能保持相对稳定。

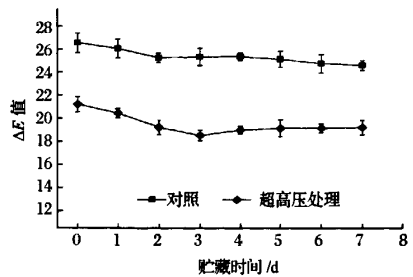


图 9 超高压处理对微加工茭白贮藏期间  $\Delta E$  值的影响

### 3 结论

通过与对照组(未经超高压处理)微加工茭白的比较可以看到,在 25℃、600MPa 下处理 10min,贮藏至第 7 天,对照组和超高压处理组茭白的失重率分别达到 10.9% 和 7.2%,呼吸强度分别为 56.63CO<sub>2</sub>mg/(kg·h) 和 64.24CO<sub>2</sub>mg/(kg·h),细胞膜透性分别为 53.3% 和 45.5%,V<sub>c</sub> 含量下降了 56.3% 和 48.2%,纤维素含量分别为 1.49% 和 1.37%, $L$  值分别下降至 70.35 和 62.45, $a$  值分别上

升至 $-0.54$ 和 $-0.38$ , $b$ 值分别上升至 $16.7$ 和 $15.5$ 。以上结果表明,超高压处理能在一定程度上限制水分子的活动能力而降低果蔬的失重率,也可以降低茭白的呼吸强度、减缓茭白的生理活动,有效地保存营养成分和抑制纤维素含量的上升,延缓衰老。此外,超高压处理在一定程度上阻止了细胞膜相对透性的升高,说明超高压处理有利于细胞质膜的稳定性,对茭白货架期保鲜起很大的作用。而且,超高压处理后的茭白能保持稳定的色泽。这些结果证明了超高压处理作为冷杀菌技术应用于微加工果蔬货架期保鲜的可能性。

#### 参 考 文 献

1 周涛,孙大文,许时婴,等. 热处理对微加工茭白的质构与

色泽的影响[J]. 无锡轻工大学学报,2002,21(3):281~284

2 Butz P, Fernandez Garcia A, Lindauer R, et al. Influence of high pressure processing on fruit and vegetable products [J]. Journal of Food Engineering, 2003, 56: 233~236

3 赵立川,唐玉德,祁振强. 超高压食品加工及其装置[J]. 河北工业科技,2002,19(2):21~28

4 廖小军. 果蔬汁非热加工技术进展[J]. 饮料工业,2002,5(6):4~7

5 王庆新,江波,张涛,等. 超高压处理对轻度加工茭白品质的影响[J]. 食品与发酵工业,2007,33(10):89~92

6 叶世柏. 食品理化检验方法检南[M]. 北京:北京大学出版社,1991. 346~351

7 杨增军,张华云. 果蔬贮藏学实验指导[M]. 莱阳:莱阳农学院,2000. 654~660

8 宁正祥主编. 食品成分分析手册[M]. 北京:中国轻工业出版社,1998. 306~308

## Effects of Ultra High Pressure Treatment on the Freshness of Water Bamboo Shoot

Zhang Tao, Wang Qingxin, Jiang Bo, Mu Wanmeng

(Jiangnan University, State Key Laboratory of Food Science and Technology, Wuxi 214122, China)

**ABSTRACT** A study was carried out about the effects of ultra high pressure treatment on the freshness of water bamboo shoot shelf life. The treatment was done under 600MPa for 10min at 25℃ for 7 days and storage at 4℃, the weight losing rate, respiratory intensity, relative cell membrane permeability, ascorbic acid content, and cellulose content for the control and treated ones were 10.9% and 7.2%, 56.63 CO<sub>2</sub>mg/(kg·h) and 64.24 CO<sub>2</sub>mg/(kg·h), and, 56.3% and 48.2%, 1.49% and 1.37%, respectively. The L, a and b of color value were 70.35 and 62.45,  $-0.54$  and  $-0.38$ , 16.7 and 15.5 for control and treated products, respectively

**Key words** ultra high pressure, water bamboo shoot, freshness

会

讯

### 2009 第 55 届夏季美国精美食品展

2009 第 55 届夏季美国精美食品展将于 2009 年 6 月 28~30 日在美国纽约 JACOB 举办。从 1955 年, NASFT(美国国家特色食品贸易协会)开始举办北美最大特色食品行业盛会——美国精美食品展(FANCYFOODSHOW)。分别在旧金山、纽约举办的两大年度展会——冬季、夏季精美食品展,吸引了将近 60,000 名来自世界各地的食品、饮料行业的参展商,利用这独一无二的机会将他们的产品展现在国内外的买家面前,从而让他们的企业在美国乃至全球市场变得更有竞争力。

展品类别:美国精美食品展提供超过 18 万种的产品,有健康食品,天然食品,有机食品三大生产类别,可满足所有客户的独特需求。在 1999~2003 年间,有 15 500 种新的特色食品在美国精美食品展上得到推广。展会增值项目:美国国家特色食品贸易协会(NASFT)将通过一系列的项目帮助你在美国精美食品展内外开展业务;“交流平台”:举办“开放式研讨会”,与经销商/零售商进行交流。“零售商和分销商的见面会”:成千上百个与重要买方一对一的见面机会。“大规模展会推广,宣传”:特色食品展每年都有超过 100 万美元的经费用于展会推广。“强势媒体支持”:有超过 1 000 家主流媒体采访特色食品展。“官方网站”:WWW.FANCYFOODSHOWS.COM 提供业务信息,产品购买和其他各种服务。“培训计划”:每年都有 55 个工作组,研讨会和特别活动,在相关领域对购买方进行培训。“顶级大厨系列”:现场实地演示形式介绍亚洲顶级高手大厨。主题展示”:划分特定区域用于分段展示产品。

中国联系人:杨先生,冷小姐;联系电话:010-58203211。