

臭氧水对鲜切藕片保鲜效果的影响

李新楠¹, 王洪斌¹, 严守雷¹, 李洁¹, 王清章^{1,2,*}

(1. 华中农业大学 食品科技学院, 湖北 武汉 430070 2. 武昌工学院 食品工程学院, 湖北 武汉 430065)

摘要:为了探讨臭氧水复合保鲜剂处理对鲜切藕片的保鲜效果,采用臭氧水(1.2 mg/L)、复合保鲜剂(0.2%植酸+0.5%氯化钠+0.2%氯化钙)、臭氧水(1.2 mg/L)加复合保鲜剂(0.2%植酸+0.5%氯化钠+0.2%氯化钙)处理鲜切藕片,以蒸馏水浸泡作为对照,并贮藏于4℃环境下,研究不同处理对鲜切藕片品质和生理的影响。研究表明,臭氧水加复合保鲜剂(0.2%植酸+0.5%氯化钠+0.2%氯化钙)处理能够降低鲜切莲藕的失重率和菌落总数,有效延缓丙二醛含量的上升和藕片L*值的下降,抑制PPO的活性,防止褐变,同时使可溶性固形物和硬度维持在较高水平。总之,臭氧水加复合保鲜剂(0.2%植酸+0.5%氯化钠+0.2%氯化钙)处理有利于提高鲜切藕片贮藏期间的品质,有效延长鲜切藕片的贮藏保鲜期。

关键词:鲜切藕片;臭氧水;保鲜剂;品质

Effects of Ozonated Water on Storage Properties of Fresh-cut Lotus Root

LI Xin-nan¹, WANG Hong-bin¹, YAN Shou-lei¹, LI Jie¹, WANG Qing-zhang^{1,2,*}

(1. College of Food Science and Technology, Huazhong Agriculture University, Wuhan 430070, Hubei, China 2. College of Food Engineering, Wuchang Institute of Technology, Wuhan 430065, Hubei, China)

Abstract: In order to determine the effectiveness of ozonated water treatment with solution on the preservation of fresh-cut lotus root, the fresh-cut lotus root was treated with four treatments, with distilled water as control, ozonated water with concentrations of 1.2 mg/L treatment, with solution (0.2%PA+0.5%NaCl+0.2%CaCl₂) and ozonated water treatment with solution (0.2%PA+0.5%NaCl+0.2%CaCl₂), all stored at 4℃. The result showed that ozonated water treatment with solution (0.2%PA+0.5%NaCl+0.2%CaCl₂) could reduce the weight loss rate and total plate count of fresh-cut lotus root, prevent MDA content rising and lightness index decreasing, restrain the activities of PPO, at the same time, maintain a higher hardness and soluble solid content. Thus, treatments with ozonated water treatment with solution (0.2%PA+0.5%NaCl+0.2%CaCl₂) can effectively improve the fresh-cut lotus root storage quality and extend the shelf life of fresh-cut lotus root.

Key words: fresh-cut lotus root; ozonated water; preservative; quality

莲藕(*Nelumbo nucifera*)是中国重要的特色水生蔬菜和出口创汇蔬菜,尤以长江三角洲、珠江三角洲、洞庭湖为多。莲藕富含淀粉、蛋白质、V_C等成分,其汁多肉嫩、营养丰富,具有健脾益气、益血生肌等保健功效^[1],也因其容易切分,比较适合做鲜切制品,尤以清洁、卫生、新鲜、方便的鲜切莲藕最为畅销。由于切分形成的机械损伤导致表皮和肉质内部极易褐变,直接

影响到莲藕的感官品质和内在质量。因此,为了满足市场对莲藕加工制品高品质的要求,鲜切藕片的褐变是首先需要解决的问题。

臭氧是一种强氧化杀菌剂,能够加速有害物质的氧化降解过程,杀菌消毒过程中仅产生无毒的氧化物,多余的臭氧最终被还原成氧气,不存在二次污染,这是其他杀菌剂无法比拟的优点。上世纪初以来,它的应用范围不断扩大,从最初水处理扩大到食品、医疗等领域。其中,近年来随着对环境保护和食品安全的重视,臭氧在果蔬保鲜储藏及加工中的应用受到各国重视并得到迅速发展^[2]。臭氧及臭氧水的消毒灭菌技术在食品工业中的应用已被美国等许多国家批准,

基金项目:“十二五”国家科技支撑计划项目(2012BAD27B03)

作者简介:李新楠(1989—),女(汉),硕士,研究方向:食品保鲜。

*通信作者:王清章(1953—),男(汉),教授,学士,研究方向:农产品加工及贮藏工程。

2001 年美国 FDA 又将臭氧列为可直接和食品接触的添加剂范围^[3], 臭氧水能抑制鲜切果蔬的呼吸强度、酶活、降低失重率、维持硬度等, 明显改善了食品质量, 延长贮存期与货架期^[4-6], 目前, 国外已采用臭氧水循环系统对果蔬清洗消毒^[7]。如 Hülya Ölmez 等^[8]等研究指出, 臭氧水处理鲜切绿叶青菜比氯和有机酸处理更能维持其感官品质。Daniel Rico^[9]等也指出臭氧水使鲜切莴苣的多酚氧化酶活性显著性的降低, 一定程度抑制了鲜切莴苣的褐变。臭氧水对于鲜切西兰花^[10]和鲜切芹菜^[11]的保鲜效果较好, 并能提高产品在微生物方面的安全性。植酸、氯化钙、氯化钠作为果蔬保鲜剂已有应用^[12], 其中的植酸(Phytic acid)是一种天然无毒果蔬保鲜剂, 它具有螯合、抗氧化等作用。植酸通常与其他护色剂复合应用进行果蔬保鲜。于有伟等^[13]研究指出, 壳聚糖与植酸壳聚糖植酸天然复合涂膜对鲜切莲藕降低鲜切莲藕的失重率和 MDA 含量, 延缓藕片的褐变; 李维强等^[14]用 800 mg/kg 植酸与 200 mg/kg 硫酸铜处理蕨菜, 取得了较好的护色效果。

本试验采用植酸、氯化钙和氯化钠 3 种保鲜剂(0.2 %植酸+0.5 %氯化钠+0.2 %氯化钙)与臭氧水复合处理鲜切藕片, 研究其保鲜效果, 以期对鲜切藕片的生产应用提供相关的研究基础。

1 材料与方法

1.1 材料与试剂

“3735”莲藕(华中农业大学菜场) 选取白色, 无腐烂变质, 藕节完整的莲藕, 剔除损伤、褐变或有病虫害的藕段。

PA/PE 包装袋: 市售普通 PA/PE 包装袋, 规格(厚度为 0.09 mm, 规格为 190 mm×240 mm)。

碘化钾、浓硫酸、硫代硫酸钠、植酸、氯化钠、氯化钙、邻苯二酚、氢氧化钠、草酸、磷酸氢二钠、磷酸二氢钠、PVPP 等 均为分析纯 国药集团化学试剂有限公司。

1.2 仪器与设备

JW-5 型水处理臭氧发生器: 徐州市九洲龙臭氧设备制造有限公司; AR2140 型分析天平: 上海梅特勒-托利多仪器有限公司; SPX-250B 型生化培养箱: 天津市泰斯特仪器有限公司; J-E 型高速冷冻离心机: 美国 Backman 公司; TA.XT.PLUS: 美国 TA 有限公司; FYL-YS-100LL 型恒温冰箱: 北京福意联有限公司; 754N 型紫外可见分光光度计: 上海奥谱勒仪器有限公司; CR-400 型色彩色差计: 日本柯尼卡美能达; DZ-500K 倾斜式双室真空包装机: 上海申越包装机械有限公司。

1.3 方法

1.3.1 臭氧水的制备及浓度的确定

开启臭氧发生器, 将臭氧通过气液混合泵通入到蒸馏水中, 让臭氧充分的溶解到水中, 控制气体流量计调节臭氧气体流量大小, 通气时间 1 h 后取臭氧水测定其浓度, 根据 GB/T5750.11-2006《生活饮用水标准检验方法》中的碘量法测定水中臭氧的浓度为 1.2 mg/L。

1.3.2 原料处理

新鲜莲藕浸泡于清水中用软布轻轻擦洗, 洗净污泥, 清洗后用事先消毒过的不锈钢刀将藕切断, 去掉藕蒂, 将藕段横切成约 0.4 cm 左右的薄片, 进行 4 个不同处理, 见表 1, 所有处理在浸泡后捞出沥干, 用 PA/PE 真空包装封口(0.10 MPa, 抽真空时间为 10 s, 热封温度级别为中, 热封时间 3 s), 每袋包装大约为 100 g, 在 4 ℃下贮藏, 每次试验的不同处理组采取随机取样, 每次每个试验组随机取 3 袋, 每隔 5 天对各指标进行测定, 测定至 20 d, 每个指标重复 3 次。第 0 天的测定值为处理后 2 h 的测定值。

1.3.3 鲜切藕片的处理方法

鲜切藕片的处理方法见表 1。

表 1 鲜切藕片的不同处理方式

Table 1 Different processing method of fresh-cut lotus root

试验编号	处理方法
A	蒸馏水浸泡 5 min
B	1.2 mg/L 臭氧水浸泡 5 min
C	复合保鲜剂浸泡 5 min
D	1.2 mg/L 臭氧水配制的复合保鲜剂浸泡 5 min

1.3.4 鲜切藕片的处理方法护色剂

1.3.4.1 外观评定

采用文献^[15]的评价方法, 见表 2。

表 2 莲藕贮藏期褐变程度评定方法

Table 2 Assessment method of brown degree of lotus root during storage period

等级	褐变颜色	变色程度	质地软硬	失水程度	气味
1	颜色洁白、无任何褐变	0	硬	无失水现象	新鲜莲藕清香
2	轻微变黄、轻灰色	<1/3	硬	无失水现象	气味清香
3	灰色、灰褐色	1/3~1/2	较软	轻微失水	轻微变味
4	深灰色、褐色	>1/2	软	大面积失水	味发臭
5	黑色、黑褐色	全部	软	严重失水	恶臭

1.3.4.2 表面色差的测定

采用 CR-400 型色差计测定藕片的 L* 值。从每袋

中随机抽取藕片 5 片,每片均测定 2 面(避开藕孔),每面各测定 3 个点,记录 L^* 值,并以其平均值表示藕片表面的色泽变化。

1.3.4.3 多酚氧化酶(polyphenol oxidase PPO)活性的测定

参考 Du J H^[16]的方法,略有修改。称取剪碎的 5 g 藕片组织,加入已预冷的 0.2 mol/L 磷酸缓冲液(pH=7.0,含 2.0 %PVPP)10 mL,冰浴研磨成均浆,在 12 000 × g(4 ℃)冷冻离心 10 min,将得到的上清液作为酶的提取液。

取 2.8 mL 在 25 ℃保温 5 min 的 0.02 mol/L 邻苯二酚溶液(用 0.05 mol/L pH=7.0 磷酸缓冲液配制),再加入 0.2 mL 酶液,在 410 nm 下进行测定,记录 A_{410} 的变化。一个活力单位(U)定义为在测定条件下每 10 s 引起吸光度改变 0.001 所需的酶量,测定 1.5 min。

1.3.4.4 丙二醛含量

采用硫代巴比妥酸比色法,参考 Xing Y. 等的方法测定^[17],计算公式为:

$$MDA(\mu\text{mol/L})=6.45(D_{532}-D_{600})-0.56D_{450}$$

式中 D 表示吸光值。

MDA 含量($\mu\text{mol/g}$)= MDA 浓度($\mu\text{mol/L}$)×提取液体积(mL)/莲藕组织鲜重(g)

1.3.4.5 失重率的测定

以称重法统计,公式为:

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

式中 m_0 鲜切莲藕最初的质量, m_1 贮藏期间的质量, g 。

1.3.4.6 硬度的测定

参照罗海莉^[18]的方法,用 TA.XT.PLUS 型质构仪测定藕片穿刺强度。探头型号 P6,测前速度 2 mm/s,测试速度 2 mm/s,测后速度 2 mm/s,位移 10 mm,触发力 5 g,测量藕片边缘和中心硬度,硬度单位用 g 表示。每个处理选取大小、粗细均匀的藕片共 10 片,取 10 次测量的平均值。

1.3.4.7 可溶性固形物含量的测定

利用阿贝折光仪。

1.3.4.8 菌落总数的测定

参照 GB 4789.2-2010《食品微生物学检验 菌落总数测定》。

1.4 数据统计分析

每个试验重复 3 次。应用 SPSS 软件对所有试验数据进行方差分析(ANOVA),用 Duncan 多重比较分析差异的显著性。计算最小显著差数 LSD($P<0.05$)值。

2 结果与分析

2.1 感官指标

贮藏期间鲜切藕片的感官品质变化见表 3。可知臭氧水加复合保鲜剂处理组能更好地保持鲜切藕片的感官品质。

表 3 不同处理鲜切莲藕的感官评定级数

Table 3 Organoleptic investigation series of MP lotus root processed by different treatments

时间/d	处理组			
	对照组	臭氧水	复合保鲜剂	臭氧水+复合保鲜剂
0	1	1	1	1
4	1	1	1	1
8	2	1	2	1
12	3	2	3	1
16	3	2	3	1
20	4	3	4	2

由表 3 可知,对照组在第 8 天首先出现轻微褐变,在第 16 天时,已经完全失去商品价值,而其他 3 个处理对藕片的贮藏效果是不同的,其中臭氧水加复合保鲜剂处理的藕片,到第 24 天时,仍然保持很高的新鲜度,只有轻微的灰变,大部分莲藕切片呈白色,仍然散发出新鲜莲藕的清香味,质地脆硬,没有失水现象发生。其外观评定最好,其贮藏保鲜效果优于其它处理,这可能是由于臭氧水与复合保鲜剂复配处理,既抑制和杀灭藕片表面微生物又抑制了藕片的褐变。

2.2 臭氧水对鲜切藕片褐变度的影响

根据 L^* 值代表亮度(褐变程度), L^* 值越大,表示颜色越白,褐变越轻。不同处理对鲜切藕片褐变的影响见图 1。

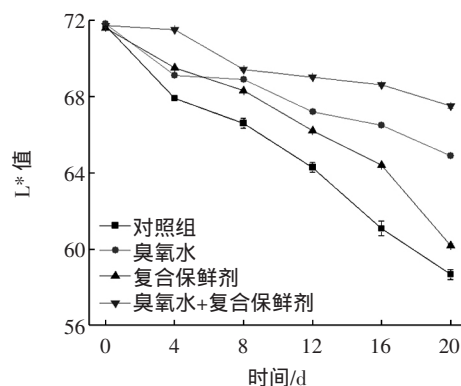


图 1 不同处理对鲜切藕片褐变的影响

Fig.1 Effect of different treatments on browning of fresh-cut lotus root

随着贮藏时间的延长,4 个处理组的鲜切藕片 L^* 值均呈下降趋势,即鲜切莲藕的褐变程度随着贮存天数的延长而加深。臭氧水加复合保鲜剂处理组褐变最

轻,其次是臭氧水处理组,对照组在贮藏期间褐变最严重,3个试验组和对照组亮度值的差异显著性也逐渐增大。20天后,对照组藕片 L^* 值为 58.72,比第 0 天减少了 18.13%。臭氧水加复合保鲜剂处理组藕片 L^* 值为 67.54,比第 0 天减少 5.86%,比对照同期高 14.99%,臭氧水加复合保鲜剂处理能够显著防止鲜切莲藕的褐变($P<0.05$)。

其原因可能是臭氧水加复合保鲜剂的双重作用,一方面臭氧水处理可以有效抑制多酚氧化酶的活性,从而抑制了酶促褐变;又因为臭氧水有很强的氧化性,具有一定的杀菌作用,减少了微生物对组织结构造成的腐败变质,降低了褐变速度;二是,复合保鲜剂中的 3 种物质分别都有抑制 PPO 活性的特点,即植酸具有螯合作用,能与金属离子螯合,使含铜的多酚氧化酶的活性下降,从而减少酶促褐变;同时,植酸本身具有抗氧化作用,防止藕片中的多酚物质被氧化,也有利于减少褐变^[19];氯化钠在一定浓度下可以驱除水溶液中的氧气,使酚类底物难以与氧气接触;氯化钙中的 Ca^{2+} 与细胞壁上的果胶酸形成果胶酸钙,起到填充细胞壁上的空隙和连接作用,减少细胞壁的透性,阻止液泡中的组织液外泄到细胞质中与酶类接触,从而降低褐变程度^[20]。

臭氧水加复合保鲜剂处理鲜切莲藕,能够发挥臭氧水和复合保鲜剂各自的优势作用,最有利于抑制褐变,这与臭氧水处理后 PPO 活性抑制程度呈现同样的结果。

2.3 臭氧水对鲜切藕片 PPO 活性的影响

PPO 活性高,导致产品发生褐变,严重影响产品的感官特性和商品价值。不同处理对鲜切藕片多酚氧化酶的影响如图 2。

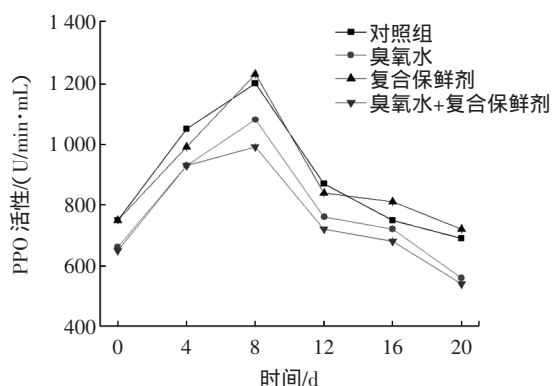


图 2 不同处理对鲜切藕片多酚氧化酶活性的影响

Fig.2 Effect of different treatments on PPO enzyme activity of fresh-cut lotus root

PPO 的活性随着贮存时间的延长先上升后又下

降。但不同处理差异较大,复合保鲜剂处理组和对照组处理的鲜切藕片 PPO 活性增加剧烈,臭氧水加复合保鲜剂处理组的 PPO 活性最低,其次为臭氧水处理组,且整个贮藏期间一直维持在较低水平,减缓了鲜切莲藕的褐变程度。在第 8 天峰值时,臭氧水加复合保鲜剂处理组 PPO 活性比对照组低 17.50%,而臭氧水处理组的比对照低 10.00%,臭氧水与臭氧水加复合保鲜剂处理组自贮藏期第 4 天后,两者有显著性差异($P<0.05$)。可能是由于复合保鲜剂与臭氧水复配后,在 PPO 活性抑制方面起到了叠加效应。

2.4 臭氧水对鲜切藕片失重率的影响

水分可使产品呈现坚挺、脆嫩的状态,维持一定的硬度和紧实度,对藕片的外观起着至关重要的作用。从内部角度上说,水分参与代谢过程,是细胞中许多反应发生的媒介,是果蔬贮藏中的一个重要指标。莲藕经过切分后,大部分的组织暴露于外界环境中,很容易因为蒸腾作用和呼吸作用而失去大量的水分,从而影响果蔬的感官品质,质量失重率可以直观的反映果蔬采后品质的变化。不同处理对鲜切藕片失重率的影响如图 3 所示。

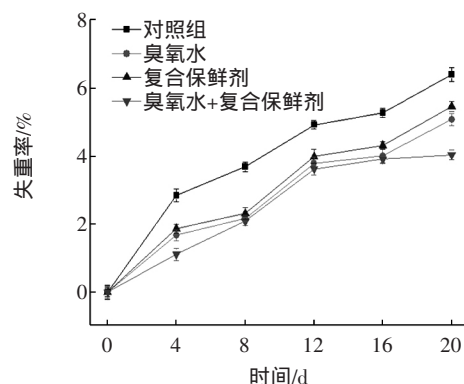


图 3 不同处理对鲜切藕片失重率的影响

Fig.3 Effect of different treatment on weight-loss rate of fresh-cut lotus root

贮藏期间不同处理鲜切莲藕的失重率随着贮藏时间的延长而增加。对照组失重率增加最多,而臭氧水加复合保鲜剂处理组鲜切藕片的水分减少最少,第 20 天时的失重率为 4.04%,是对照的(6.41%)63.03%,表明经过臭氧水加复合保鲜剂处理后,能够有效减少水分的散失,有利于保持鲜切莲藕的质量。究其原因,臭氧水使果蔬表皮的气孔缩小,从而减少水分蒸腾^[21],复合保鲜剂中的氯化钙减少细胞壁的透性,阻止液泡中的组织液外泄到细胞质中从而降低水分的散失,臭氧水加复合保鲜剂结合保鲜鲜切藕片,更有利于水分的保持。

2.5 臭氧水对鲜切藕片硬度的影响

果实硬度是反映果实质地和耐贮性的一个重要指标,随着贮藏时间的增加,果实内部碳水化合物逐渐氧化分解,藕片的硬度逐渐下降。不同处理对鲜切藕片硬度的影响如图4。

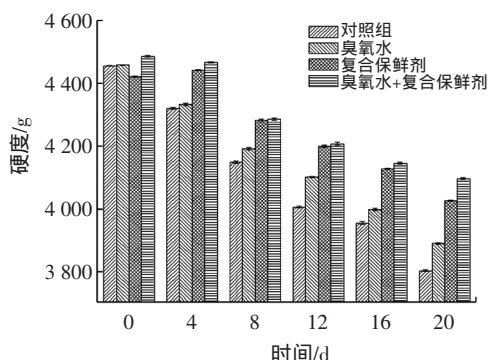


图4 不同处理对鲜切藕片硬度的影响

Fig.4 Effect of different treatment on solidity of fresh-cut lotus root

处理当天,鲜切藕片的硬度约为4457 g,随着贮藏时间的延长,藕片的硬度呈下降趋势,尤其是对照组和臭氧水处理组藕片硬度的下降更为显著,贮藏至20 d时,臭氧水加复合保鲜剂处理组的藕片硬度为4097.43 g,与对照间(3804.20 g)差异达显著水平($P < 0.05$)。复合保鲜剂处理与臭氧水加复合保鲜剂处理组在贮藏前期差异不显著,可能是由于复合保鲜剂中添加的氯化钙,因为 Ca^{2+} 的加入,增加了组织硬度,贮藏期12天后,由于复合保鲜剂处理组逐渐失去保鲜效果,藕片硬度与臭氧水加复合保鲜剂处理组的硬度差异逐渐明显($P < 0.05$)。试验结果表明,贮藏过程中,臭氧水加复合保鲜剂处理能抑制藕片硬度的下降,延缓其老化过程,并在贮藏过程中仍能保持较好的硬度。

2.6 臭氧水对鲜切藕片可溶性固形物的影响

可溶性固形物主要指能溶于水的糖和其他溶于水的物质,适宜的可溶性固形物含量可赋予果实良好的风味。不同处理对鲜切藕片可溶性固形物的影响见图5。

不同处理组鲜切藕片的可溶性固形物含量在贮藏期间呈下降的趋势,尤其以对照组的下降幅度最为明显。处理当天,各个处理组处理的鲜切藕片的可溶性固形物含量基本一致,而贮藏期间由于代谢消耗,莲藕中可溶性固形物含量也逐渐下降,不同处理组可溶性固形物含量下降幅度由小到大依次为:臭氧水加复合保鲜剂处理组<臭氧水处理组<复合保鲜剂处理组<对照组。臭氧水加复合保鲜剂处理组变化趋

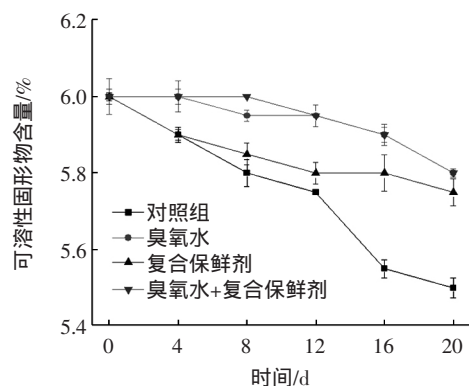


图5 不同处理对鲜切藕片可溶性固形物的影响

Fig.5 Effect of different treatment on soluble solid contents of fresh-cut lotus root

势平缓,贮藏至20 d时,可溶性固形物含量保持在5.80%,与对照组的5.50%差异显著($P < 0.05$)。因此,臭氧水加复合保鲜剂处理维持了鲜切藕片可溶性固形物含量,延缓了莲藕的衰老,即臭氧水加复合保鲜剂更有利于保鲜作用效果的发挥。

2.7 臭氧水对鲜切藕片丙二醛的影响

果实衰老伴随着细胞膜透性的增加,即果蔬组织在后熟衰老过程中,遭受病害、冷害或其他伤害等逆境胁迫时,细胞中产生的超氧阴离子自由基和羟基自由基,能诱导膜脂中不饱和脂肪酸发生过氧化作用,产生脂质自由基^[22]。脂质自由基可进一步诱发膜脂的过氧化作用,导致细胞膜透性增加,细胞受到损伤或死亡。MDA是细胞膜脂过氧化作用生成的初级产物,其含量可作为衡量膜脂过氧化程度的标志物,其含量越高,表明细胞衰老程度越深。不同处理对鲜切藕片MDA含量的影响如图6所示。

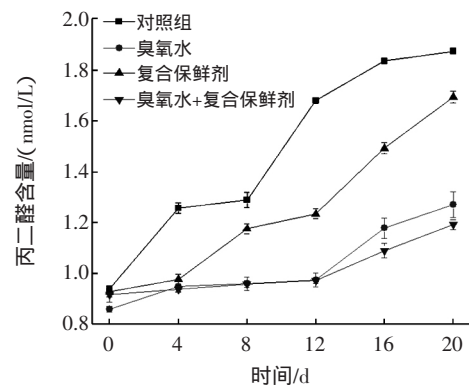


图6 不同处理对鲜切藕片MDA含量的影响

Fig.6 Effect of different treatment on MDA content of fresh-cut lotus root

鲜切莲藕MDA的含量随贮藏时间的延长一直呈现上升趋势。在整个贮藏过程中,对照的MDA含量始

终最高,臭氧水与臭氧水加复合保鲜剂处理组 MDA 含量在贮藏前 12 天,趋于一致,12 天后,臭氧水处理组 MDA 含量高于臭氧水加复合保鲜剂处理组,可能是因为臭氧水处理的鲜切藕片已达到保存期限。在第 0 天时,各处理的 MDA 含量 0.92 mmol/g 左右,贮存至第 20 天时,对照的、复合保鲜剂处理的、臭氧水处理的和臭氧水加复合保鲜剂处理的分别比起始高 98.94%、47.68%、81.72%和 29.35%。臭氧水加复合保鲜剂的鲜切莲藕 MDA 含量比对照低 38.70%,差异显著($P < 0.05$),说明臭氧水加复合保鲜剂有助于保护细胞膜的完整性,维持细胞的正常生理功能水平,延缓鲜切莲藕的衰老。

2.8 臭氧水对鲜切藕片菌落总数的影响

微生物的数量一定程度上决定了藕片的新鲜度,微生物数量越大,藕片品质越差,不同处理下藕片中菌落总数随贮藏时间变化见图 7。

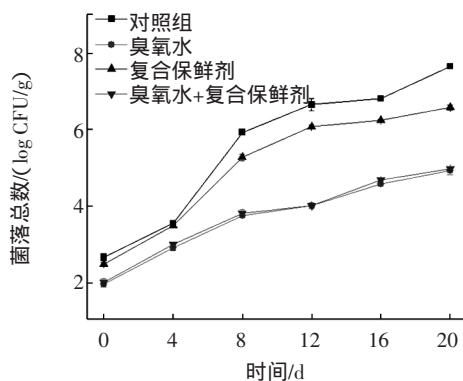


图 7 不同处理对鲜切藕片菌落总数的影响

Fig.7 Effect of different treatment on total plate count of fresh-cut lotus root

菌落数随贮藏时间的延长而呈现不同的增长速度,其中前中期菌落数增长较快,以后菌落数增长缓慢。臭氧水参与处理的两个处理组对细菌有明显的杀灭作用,在整个贮藏过程中微生物变化比较小,始终处于较低水平。处理当天,臭氧水与臭氧水加复合保鲜剂处理后的鲜切藕片的菌落总数为 0.90×10^2 CFU/g 和 1.00×10^2 CFU/g,贮藏至 20 d 时,臭氧水处理组与臭氧水加复合保鲜剂处理组的菌落总数为 8.40×10^4 CFU/g 和 9.60×10^4 CFU/g,是对照组(4.50×10^7 CFU/g)的 1.87% 和 2.13%。复合保鲜剂处理的鲜切藕片从贮藏第 4 天后,与对照组藕片的菌落总数差异逐渐明显($P > 0.05$),说明复合保鲜剂对细菌的生长繁殖有一定的抑制作用。在整个贮藏期内,臭氧水加复合保鲜剂与单独臭氧水处理的鲜切藕片的菌落总数差异不明显,说明复合保鲜剂不影响臭氧的杀菌效果。

3 结论

莲藕因为含水丰富、皮薄、表皮保护性差、易破损,在贮藏中极易失水、干缩和腐烂,是一种很难贮藏的蔬菜,且由于切分后原有的组织结构和保护系统被破坏会加速自身的代谢活动,组织内贮藏物质快速降解,即含水量减少,细胞膨压下降,从而使其抗压强度下降,质构变差。在贮藏过程中 MDA 的积累导致细胞透性增加,膜结构及功能被破坏,从而导致果蔬衰老进程加快,从而加速衰老,缩短贮藏期。同时,受伤的组织和破损的细胞为微生物生长繁殖提供了营养和保护性环境。

本试验中采取臭氧水加复合保鲜剂(0.2%植酸+0.5%氯化钠+0.2%氯化钙)研究鲜切藕片的保鲜效果,结果表明臭氧水复合保鲜剂处理后贮藏有效的抑制了莲藕的代谢活动,抑制了 PPO 活性,使藕片保持较高的硬度和可溶性固形物,降低了失重率和菌落总数,延缓了 MDA 的上升速度,使鲜切藕片的贮藏时间达到了 20 d,这主要是由于臭氧作用于切片莲藕,首先将其表皮及环境中的微生物活性破坏或杀死,其次与复合保鲜剂的复配将促使其褐变的生物酶钝化,推迟了动态平衡建立的时间,从而抑制了其亚生命状态的呼吸作用,进而延长了货架寿命期。因此,臭氧水加复合保鲜剂(0.2%植酸+0.5%氯化钠+0.2%氯化钙)复配贮藏技术不但能有效地影响莲藕的褐变进程,延缓衰老,保持较高的贮藏品质,同时还能维持正常的风味,延长了保鲜期,为鲜切藕片的贮藏保鲜开拓了新的思路。

参考文献:

- [1] 张长贵,董加宝,王祯旭,等.莲藕的营养保健功能及其开发利用[J].中国食物与营养,2006(1):22-24
- [2] 陆福军,孙明钊,孙丽萍,等.臭氧在果蔬保鲜储藏中的应用[J].植物检疫,2009(4):48-50
- [3] 王文生,罗云波,石志平.臭氧在果蔬贮藏保鲜中的研究与应用[J].保鲜与加工,2004,4(1):4-7
- [4] Kells S A, Msaon L J, Maier D E, et al. Efficacy and fumigation characteristics of ozone in stored maize[J]. Journal of Stored Products Research, 2001, 37(4): 371-382
- [5] Manousaridis G, Nerantzaki A, Paleologos E K, et al. Effect of ozone on microbial, chemical and sensory attributes of shucked mussels[J]. Food Microbiology, 2005, 22(1): 1-9
- [6] Beltran D, Selma MV, Marin A, et al. Ozonated water extends the shelf life of fresh-cut lettuce[J]. Agricultural and food chemistry, 2005, 14(53):5654-5663
- [7] Xu LJ. Use of ozone to improve safety of fresh fruits and vegetables

- [J]. Food Technology, 1999, 53(10): 58-61
- [8] Olmez H, Akbas MY. Optimization of ozone treatment of fresh-cut green leaf lettuce[J]. Food Engineering, 2009, 90(4): 487-494
- [9] Daniel Rico, Ana Belen Martin-Diana, Jesus M Frias, et al. Effect of ozone and calcium lactate treatments on browning and texture properties of fresh-cut lettuce[J]. Science of Food and Agriculture, 2006, 86(13): 2179-2188
- [10] 徐斐然. 鲜切西兰花的保鲜技术研究[D]. 杭州: 浙江大学, 2006: 29-38
- [11] 富新华. 臭氧水处理鲜切芹菜表面微生物及感官平直的影响[J]. 北方园艺, 2011(15): 207-208
- [12] Ramos B, Miller FA, Brandao TRS, et al. Fresh fruits and vegetables—An overview on applied methodologies to improve its quality and safety[J]. Innovative Food Science and Emerging Technologies, 2013, 20: 1-15
- [13] 于有伟, 李惠, 邱金花, 等. 壳聚糖植酸天然复合涂膜对鲜切莲藕保鲜效果的研究[J]. 中国食品学报, 2012, 12(3): 131-136
- [14] 李维强, 林奇, 毕阳, 等. 植酸对蔬菜保鲜与护色的影响[J]. 保鲜与加工, 2004(5): 16-17
- [15] 高梦祥, 张长峰, 吴光旭, 等. 交变磁场对鲜切莲藕切片保鲜效果的影响[J]. 食品科学, 2008, 29(1): 322-324
- [16] Du JH, Fu YC, Wang NY. Effects of aqueous chlorine dioxide treatment on browning of fresh-cut lotus root[J]. Food Science and Technology, 2009, 42(2): 654-659
- [17] Xing YG, Li XH, Xu QL, et al. Effects of chitosan-based coating and modified atmosphere packaging (MAP) on browning and shelf life of fresh-cut lotus root (Nelumbo nucifera Gaertn.)[J]. Innovative Food Science and Emerging Technologies, 2010, 11(4): 684-689
- [18] 罗海莉. 莲藕贮藏期病害微生物研究及涂膜保鲜[D]. 武汉: 华中农业大学, 2011: 43-51
- [19] 吴澎, 田纪春, 王凤成. 谷物中植酸及其应用的研究进展[J]. 中国粮油学报, 2009, 24(3): 137-143
- [20] 卢影. 鲜切果品保鲜技术研究[D]. 广州: 华南理工大学, 2010: 17-48
- [21] 王宏延, 曾凯芳, 贾凝, 等. 臭氧水在鲜切蔬菜贮藏保鲜中应用的研究进展[J]. 食品科学, 2012, 33(21): 355-358
- [22] 陈少裕. 膜脂过氧化对植物细胞的伤害[J]. 植物生理学通讯, 1991, 27(2): 84-90

收稿日期 2015-02-12

欢迎订阅 2016 年《食品研究与开发》

《食品研究与开发》是由天津市食品研究所有限公司和天津市食品工业生产力促进中心主办, 国内外公开发行的食品专业科技期刊, 于 1980 年创刊, 现为半月刊, 采用国际流行开本大 16 开。其专业突出, 内容丰富, 印刷精美, 是一本既有基础理论研究, 又包括实用技术的刊物。本刊已被“万方数据库”、“中文科技期刊数据库”、《乌利希期刊指南》、美国《化学文摘》、英国国际农业与生物科学研究中心 (CABI)、英国《食品科技文摘》(FSTA) 等知名媒体收录, 并被列入“中文核心期刊”、“中国科技核心期刊”、RCCSE 中国核心学术期刊(A)。主要栏目有: 基础研究、分离提取、食品研发、工艺技术、天然产物、检测分析、生物工程、营养保健、贮藏保鲜、质量安全、专题论述、食品机械等。

本刊国内统一刊号 CN 12-1231/TS, 国际刊号 ISSN 1005-6521, 邮发代号 6-197。全国各地邮局及本编辑部均可订阅。从本编辑部订阅全年刊物享八折优惠。2016 年定价 30 元/册, 全年 720 元。

本编辑部常年办理邮购, 订阅办法如下:

(1) 邮局汇款。地址: 天津市静海县静海经济开发区南区科技路 9 号; 收款人: 《食品研究与开发》编辑部; 邮政编码: 301600。

(2) 银行汇款。开户银行: 工商银行静海支行

账号: 0302095119300204171; 单位: 天津市食品研究所有限公司。

《食品研究与开发》编辑部

E-mail: jfood@vip.163.com

电话(传真): 022-59525671