

清洗杀菌方式对鲜切杭白菜保鲜效果的影响

Effects of different cleaning sterilization methods on preservation of fresh-cut Hang cabbage

雷昊 谢晶 乔永祥 张栓栓 陈莹莹
LEI Hao XIE Jing QIAO Yong-xiang ZHANG Shuan-shuan CHEN Ying-ying
(上海海洋大学食品学院, 上海 201306)
(College of Food Science and Technology, Shanghai Ocean University, Shanghai 201306, China)

摘要:以杭白菜为对象,对新鲜杭白菜进行鲜切处理后,研究不同清洗杀菌方式(次氯酸钠溶液:有效氯为 0.1 g/L;电解水:pH 为 2.3;臭氧水:活氧浓度为 1.8 mg/L)对鲜切杭白菜保鲜效果的影响。结果表明:臭氧水清洗能更好地保持鲜切杭白菜感官品质,使菌落总数维持在较低的水平,显著地延缓抗坏血酸和叶绿素含量的降低($P<0.05$),有效地延长杭白菜货架期长达 6 d。

关键词:杭白菜;鲜切;清洗;杀菌;保鲜

Abstract: Fresh Hang cabbage, through fresh cutting, was selected to study the effects of preservation with different cleaning sterilization methods (sodium hypochlorite solution with active chlorine with 0.1 g/L; electrolysis of water with: pH 2.3; ozone water: active oxygen concentration of 1.8 mg/L). The results showed that: ozone water was preferable to maintain fresh-cut Hang cabbage sensory quality, bringing the total number of colonies maintained at a low level, significantly delayed ascorbic acid content ($P<0.05$), chlorophyll content reduction, and effectively extended the shelf life of Hang cabbage for 6 d.

Keywords: Hang cabbage; fresh-cut; cleaning; sterilization; keeping fresh

杭白菜又名小白菜,属于十字花科大白菜的变种,该品种在上海杭州地区栽培面积较大^[1]。清洗作为蔬菜商品化非常重要的一个环节,主要是清洁蔬菜表面及缝隙,去除泥沙、污渍以及化学农药残留等,确保蔬菜干净卫生,从而提升蔬菜的外观品质,便于随后的加工、出售,一定程度延长蔬菜货架期。研究^[2]表明,目前去除农药残留最有效的方式就是

清洗、去皮和烹饪。清洗作为最便捷、外观品质保持最完好的处理方式,普遍为人们所接受。随着消费者对便捷安全健康的饮食理念越发重视,对蔬菜的品质要求也越来越高,加之许多蔬菜生食能更好地保留自身营养价值,因此,如何清洗能延缓蔬菜变质、较好地保持蔬菜品质引起了越来越多的重视。普通的自来水清洗已经不能满足日益提高的实用需求,需要添加更安全、更高效、更便捷的清洗剂来提高蔬菜贮藏品质,极大程度保持蔬菜的价值。

目前,中国工业化生产中最常见的清洗杀菌剂是次氯酸钠^[3],以其低廉的价格、明显的杀菌效果被广泛使用,清洁原理主要是溶于水形成次氯酸,以其氧化作用破坏细胞蛋白酶结构,从而达到抑菌清洁效果^[4]。次氯酸钠溶液浓度越高,杀菌清洁能力越强,但大量的氯残留会对蔬菜造成气味上的影响,同时也会对人体造成一定程度危害,所以目前研究人员^[5]已经开始采用臭氧、电解水、双氧水等新型清洗剂来代替含氯清洗剂。随着国内外对蔬菜的化学清洗研究日益丰富,基于对多种蔬菜不同清洗添加剂的了解,整合了当下安全高效的杀菌剂进行对照处理。本研究依据相关文献^[6]使用次氯酸钠溶液、电解水、臭氧水和自来水对鲜切杭白菜进行清洗处理,研究不同清洗杀菌方式对杭白菜品质的影响,以期获得延缓杭白菜品质下降的有效途径。

1 材料与方法

1.1 材料与仪器

杭白菜:早熟五号 F1 品种,购于上海市浦东新区古棕路菜场,颜色嫩绿、品质新鲜、大小均匀、无明显缺陷;

2,6-二氯酚盐、丙酮、抗坏血酸、草酸、氯化钠:分析纯,国药集团化学试剂有限公司;

PCA 平板计数培养基:青岛海博生物技术有限公司;
低温恒温培养箱:MIR-554-PC 型,日本三洋电机株式会社;

超净工作台:VS-1300L-U 型,苏净集团安泰有限公司;

基金项目:2015 年度国家星火计划项目(编号:2015GA680007);上海市绿叶菜产业体系建设

作者简介:雷昊,男,上海海洋大学在读硕士研究生。

通信作者:谢晶(1968—),女,上海海洋大学教授,博士。

E-mail:jxie@shou.edu.cn

收稿日期:2016-10-25

全自动压力蒸汽灭菌器:YXQ-LS-30SH 型,上海博讯实业有限公司;

手持式折光仪:WYT-32 型,泉州光学仪器厂;

色彩色差计:CR-400 型,日本柯尼卡美能达;

高速冷冻离心机:H-2050R-1 型,长沙湘仪离心机有限公司;

电导仪:DDB-6200 型,上海雷磁仪器有限公司;

紫外可见分光光度计:WFZ UV-2100 型,上海龙尼柯仪器有限公司。

1.2 试验方法

1.2.1 预处理 将新鲜杭白菜去除破损、枯黄、虫害严重的菜叶,挑选品质均一,色泽光鲜的作为原料,用已消毒的菜刀将挑选的杭白菜切成 7~8 cm 的小段,随后将处理过的散叶和整菜整理归置,等待后续试验处理。

将预处理过的杭白菜随机分为 4 组,每组 2 500 g 左右,分别按表 1 进行清洗处理。

表 1 不同处理方式
Table 1 Different processing methods

组别	处理方式
自来水清洗	使用自来水清洗 5 min
次氯酸钠溶液清洗	使用含有效氯为 0.1 g/L 的次氯酸钠溶液清洗 5 min
电解水清洗	使用 pH 约为 2.3 的电解水清洗 5 min
臭氧水清洗	使用活氧浓度为 1.8 mg/L 的臭氧水清洗 5 min

将清洗的样品充分晾干,去除表面水分残留,每个处理组用 0.18 mm 的 PE 薄膜包装分装为 25 袋,每袋平均 100 g 左右,然后贮藏于(4±1)℃的冰箱中。每隔 3 d 检测样品的各项理化指标及微生物。每组样品进行 3 次平行试验,计算平均值及标准差。

1.2.2 测定指标及方法

(1) 感官评定:参照文献[7]的评定方法,挑选 6 名专业培训过的评定员组成评定小组,从杭白菜的外观、色泽等多个方面进行独立评分,最后取其平均值,以 9 分为满分,其中 9 分为新鲜嫩绿、光鲜无褐变;5 分为品质一般、稍黄有轻微褐变;1 分为几乎坏掉、有严重褐变、腐烂、无法食用。

- (2) 菌落总数测定:按 GB 4789.2—2010 执行。
- (3) 叶绿素含量测定:参照文献[6]。
- (4) 抗坏血酸含量测定:按 GB 6195—1986 执行。
- (5) 可溶性固形物含量测定:采用折光仪法[8]。

1.2.3 数据处理 各项指标数据均使用 origin 7.5 软件进行处理及绘图,使用 SPSS Statistics 19 做显著性差异分析。

2 结果与分析

2.1 对抗白菜感官品质的影响

感官品质评分是直观反映样品品质变化的重要指标。由图 1 可知,随着鲜切杭白菜贮藏时间的延长,各处理组的感官评分总体呈现下降趋势,其中自来水清洗组下降趋势明显快于其他 3 组,表明适当清洗处理能有效地延缓鲜切杭白

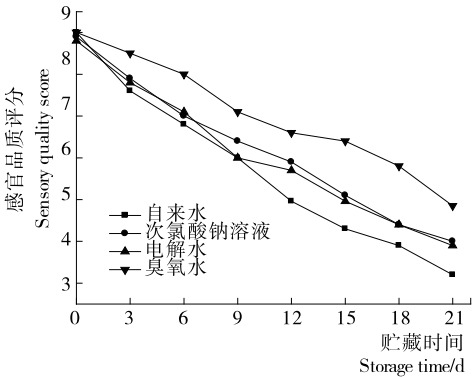


图 1 清洗杀菌方式对抗白菜感官品质的影响
Figure 1 Effect of different cleaning sterilization methods on sensory quality of hang cabbage

菜感官品质降低。对照组在第 12 天评分就到达 4.96 分,低于消费者可接受程度;而次氯酸钠组和电解水组均在第 15 天左右才到达 5 分,相较于其他两组,臭氧水组对鲜切杭白菜感官品质保持效果最好,到第 21 天才到达 5 分左右。

2.2 对抗白菜菌落总数的影响

菌落总数是决定果蔬品质安全的重要指标之一,直接决定着果蔬可食用性。由图 2 可知,各组菌落总数总体呈现上升趋势,其中对照组从起始就明显高于各处理组(P<0.05)。研究[9]表明,当蔬菜菌落总数大于 6 lg CFU/g 时,就表明已经发生腐败变质,失去食用价值。对照组在第 6 天时,菌落总数已经达到 6.1 lg CFU/g,超出了食用范围,次氯酸钠组和电解水组则是在第 9 天才到达腐败临界点,臭氧水组则是在第 12 天菌落总数才到达 6.03 lg CFU/g。原因可能是臭氧具有较强的抑菌能力,可以迅速透过细胞壁和细胞膜,使细胞膜上的巯基等基团受到损伤,增加细胞膜的通透性,同时还能促使蛋白质变性,造成 DNA 降解或变异,导致微生物死亡[10],而且臭氧与杭白菜中所含的部分烯醇类物质反应所产生的中间产物,如部分醛酮类物质,是微生物生长抑制剂,也能有效地抑制微生物生长[11]。由此可见,臭氧水清洗处理对鲜切杭白菜有明显抑菌效果。

2.3 对抗白菜叶绿素含量的影响

叶绿素含量直接影响到叶菜类蔬菜的黄化程度,一定程

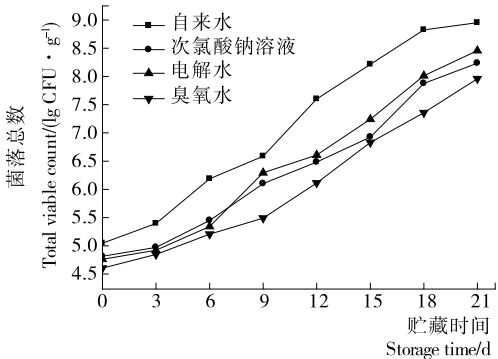


图 2 清洗杀菌方式对抗白菜菌落总数的影响
Figure 2 Effect of different cleaning sterilization methods on total viable count of hang cabbage

度上决定了蔬菜货架期。由图 3 可知,鲜切杭白菜叶绿素起始含量约为 0.86 mg/g 左右,随着贮藏时间增长,总体呈现下降趋势,但相较于对照组,次氯酸钠溶液、电解水以及臭氧水都能一定程度上缓解叶绿素含量的降低。贮藏至第 21 天时,经次氯酸钠、电解水和臭氧水处理鲜切杭白菜叶绿素含量分别为 0.32,0.33,0.36 mg/g,说明合理的清洗方式能有效减缓叶绿素含量的减少。原因可能是臭氧水抑制了酶的活性,一定程度的分解了部分烯醇类催熟物质,延缓了叶绿素的分解^[12],这与王宏等^[13]对于生菜的研究结果相一致。其中臭氧水组效果略好于其他两组($P>0.05$)。

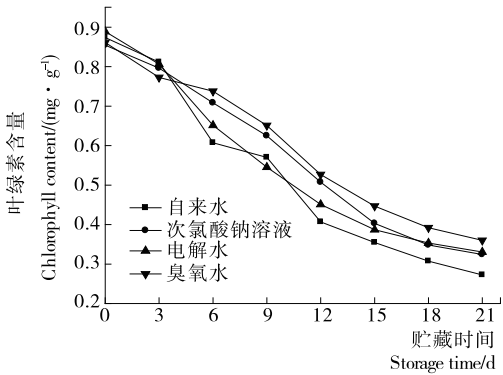


图 3 清洗杀菌方式对抗白菜叶绿素含量的影响
Figure 3 Effect of different cleaning sterilization methods on chlorophyll content of hang cabbage

2.4 对抗白菜抗坏血酸含量影响

抗坏血酸又称 V_C ,是反映果蔬营养品质高低的指标之一,但其极易在空气中被氧化。由图 4 可知,各组在贮藏期间,抗坏血酸含量都处于减少状态,其中臭氧水处理组下降速率明显低于其他组($P<0.05$);次氯酸钠组和电解水组趋势基本相同,但是效果均不如臭氧水组明显,到贮藏末期只有臭氧水组抗坏血酸含量还高于 15 mg/100 g。可见臭氧水对于保持杭白菜抗坏血酸含量效果最佳。这可能是臭氧水延缓了杭白菜的新陈代谢,抑制了微生物的生长和相关酶的活性,从而延缓了抗坏血酸含量的降低^[14]。

2.5 对抗白菜可溶性固形物影响

可溶性固形物能反映果蔬类可溶性糖的含量。由图 5 可

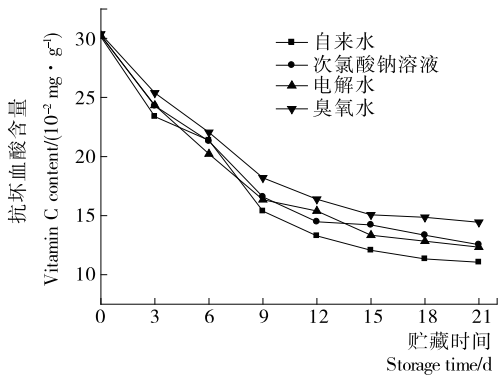


图 4 清洗杀菌方式对抗白菜抗坏血酸含量的影响
Figure 4 Effect of different cleaning sterilization methods on Vitamin C content of hang cabbage

知,各处理组可溶性固形物含量趋势均为先经过短暂的小幅度上升然后持续下降,这是由于杭白菜在切割处理时有部分大分子物质分解,致使可溶性固形物含量小幅度上升,但随着呼吸作用进行,营养物质被消耗,从而出现下降的趋势^[15]。各处理组的可溶性固形物含量在第 3~6 天到达峰值,随后开始下降,其中自来水对照组下降速率最快,和处理组形成了差异,但并不显著($P>0.05$)。到贮藏末期,对照组可溶性固形物含量仅剩 1.9%,而 3 组试验组均在 2.2% 以上,原因可能是处理组能降低杭白菜细胞的呼吸作用,降低了糖分的消耗^[16]。可见合理的清洗方式能有效延缓可溶性固形物含量的降低速率,其中臭氧水效果要优于次氯酸钠溶液和电解水。

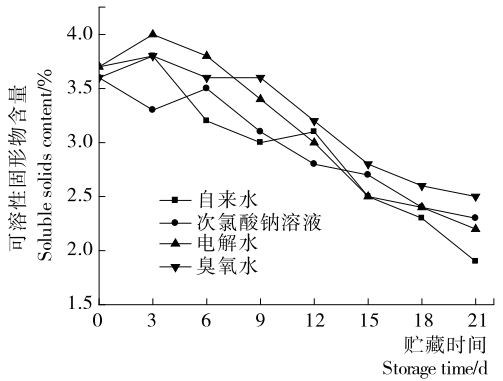


图 5 清洗杀菌方式对抗白菜可溶性固形物含量的影响
Figure 5 Effect of different cleaning sterilization methods on soluble solids content of hang cabbage

3 结论

在贮藏过程中,经不同清洗杀菌处理的鲜切杭白菜样品相比于自来水对照组,能较好地保持感官品质,理化指标也不同程度地优于对照组,有效地延长了杭白菜货架期。相比次氯酸钠溶液和电解水清洗,臭氧水清洗能更好地维持鲜切杭白菜的感官品质,使其在第 12 天菌落总数仍低于 6 lg CFU/g,具有食用价值,还能有效地保持样品的叶绿素及 V_C 含量。通过指标分析可知,次氯酸钠溶液和电解水处理组能延长货架期 3 d,而臭氧水处理组货架期有效地延长了 6 d,在 $(4\pm1)^\circ\text{C}$ 下的货架期达到了 12 d,因此臭氧水清洗是鲜切杭白菜较佳的清洗方式。

参考文献

[1] 倪玮怡. 上海市郊土壤—蔬菜系统中重金属来源及贡献研究 [D]. 上海: 华东师范大学, 2016: 16-17.
[2] KAUSHIK J, SATYA S, NAIK S N. Food processing a tool to pesticide residue dissipation: a review [J]. Food Research International, 2009(42): 26-40.
[3] 雷昊, 谢晶. 新鲜蔬菜采收清洗、包装处理研究进展 [J]. 食品与机械, 2016, 32(6): 215-219.
[4] 侯田堂, 赵园园, 郑淑芳. 次氯酸钠在蔬菜加工中循环利用的杀菌效果评价 [J]. 食品科学, 2010, 31(13): 27-30.

(下转第 217 页)

Inflammatory Bowel Diseases, 2013, 19(3): 650-661.

[24] LAURINO C, PALMIERI B. PUFAS *n*-3, PUFAS *n*-6 and non-alcoholic fatty liver disease: pathogenesis and therapeutical approach[J]. Progress in Nutrition, 2015, 17(2): 87-105.

[25] 袁汝玲, 王初, 王莉, 等. 复合溶剂提取燕麦麸油工艺优化及其抗氧化活性物质分析[J]. 食品与机械, 2016, 32(3): 149-164.

[26] 蒋立文, 郑兵福, 李白玉, 等. 四棱豆油脂、脂肪酸、蛋白质、氨基酸的分析[J]. 食品科学, 2010, 31(10): 231-234.

[27] 于福宽, 孙君明, 韩粉霞, 等. 大豆籽粒中脂肪酸组分快速检测方法的比较分析[J]. 大豆科学, 2011, 30(4): 626-631.

[28] 胡炜东, 蔡永敏, 杨俊峰. 超声波辅助提取油莎豆油工艺的研究[J]. 食品与机械, 2013, 29(2): 109-112.

[29] 孙明哲. 牡丹籽油超声波辅助浸提工艺优化及其脂肪酸组成[J]. 食品与机械, 2014, 30(4): 182-185.

[30] 尹璐海, 余佶, 余兆硕, 等. 黑豆油水酶法提取工艺及其脂肪酸组成分析[J]. 农产品加工, 2016(1): 22-25.

[31] 娄丽娟, 马传国, 盖争艳. 黑豆油理化指标及脂肪酸组成分析[J]. 粮食与油脂, 2010(5): 23-24.

[32] 邱卓, 蒋伟哲, 巫玲玲, 等. 猫豆营养成分的初步研究[J]. 广西中医药大学学报, 2011, 14(4): 48-49.

[33] 赖锡湖, 黄卓, 李坚, 等. 超临界 CO₂ 萃取茶叶籽油及其成分分析[J]. 食品与机械, 2011, 27(2): 38-40.

[34] 雷雨和, 陆旺, 骞宇, 等. 永川毛霉型豆豉中脂肪酸提取方法比较研究[J]. 中国调味品, 2014(5): 114-117.

[35] 李超颖, 敬思群. 油莎豆油不同提取方法的比较[J]. 中国酿造, 2014, 33(4): 61-64.

[36] 范胜棚, 李斌, 孙君明, 等. 气相色谱方法定量检测大豆 5 种脂肪酸[J]. 中国油料作物学报, 2015(4): 548-553.

[37] 代蕾莉, 李梅青, 张瑜, 等. 毛细管气相色谱法测定黑豆中 α -、 γ -亚麻酸含量[J]. 中国粮油学报, 2016, 31(1): 123-126.

[38] 刘冰. GC—MS 分析测定 5 种植物油中脂肪酸成分研究[J]. 食品工业, 2014, 35(4): 222-224.

[39] 卢银洁, 郝利平, 郭雨萱. 贮藏过程中胡麻油主要脂肪酸含量及组成变[J]. 食品与机械, 2016, 32(6): 115-117.

[40] 南金平, 邹筱, 韩粉霞, 等. 基于大豆回交导入系的脂肪酸组分 QTL 定位[J]. 中国油料作物学报, 2015(3): 253-261.

[41] 赵丽娟. 东北黄豆和黑豆脂肪酸成分的比较研究[J]. 食品科技, 2013(2): 155-158.

[42] 杨莹莹, 姚舜, 万海清, 等. 酱油渣中油脂提取工艺的研究及其脂肪酸成分分析[J]. 中国酿造, 2011(11): 174-177.

[43] 姜波, 胡文忠, 刘长建, 等. 九种植物油中脂肪酸成分的比较研究[J]. 食品工业科技, 2015, 36(8): 108-113.

[44] 金华, 刘治刚, 高艳, 等. 气相色谱—质谱法测定食用植物油中的脂肪酸[J]. 食品研究与开发, 2015(10): 107-109.

[45] 吴卫国, 刘真知, 彭思敏, 等. 基于特征脂肪酸及脂肪酸比值的食用植物油掺假判别[J]. 食品科学, 2013, 34(16): 270-273.

[46] 田甜, 武俊瑞, 岳喜庆. 传统豆酱中脂肪酸酯化方法的选择与组成分析[J]. 食品科学, 2014, 35(18): 78-83.

[47] 伍新龄, 王凤玲, 关文强. 植物油脂肪酸甲酯化方法比较与含量测定[J]. 食品研究与开发, 2015(7): 84-87.

[48] 李焕, 陈侨侨, 刘辉, 等. 定量结构-色谱保留关联方法分析食用植物油中脂肪酸组成[J]. 食品科学, 2014, 35(4): 86-90.

[49] 蒋丽婷. 白腐乳物化性质与感官品质的相关性研究[D]. 广州: 华南理工大学, 2012: 27-28.

[50] 周思静, 李淑荣, 王志东, 等. 丹贝营养成分的研究[J]. 食品工业科技, 2013, 34(2): 336-338.

[51] 付慧晓, 秦晶晶, 王道平, 等. 巴豆种仁中结合型脂肪酸及游离型脂肪酸的分析[J]. 贵阳医学院学报, 2013, 35(4): 3-6.

[52] 晏小欣, 马泽鑫, 欧阳位麒, 等. 新疆油莎豆油提取及不饱和脂肪酸组成分析[J]. 食品科技, 2010(10): 226-229.

[53] 尹璐海, 余佶, 余兆硕, 等. 黑豆油水酶法提取工艺及其脂肪酸组成分析[J]. 农产品加工, 2016(1): 22-25.

[54] 郑兵福, 李白玉, 傅振华, 等. 四棱豆油脂的脂肪酸组成测定[J]. 食品工业科技, 2010(7): 342-344.

[55] 海力前木·卡地尔, 艾拜都拉·阿布都拉. 新疆迪西型鹰嘴豆中脂肪和蛋白质组分的研究[J]. 安徽农业科学, 2011, 39(17): 10 241-10 243.

[56] 武俊瑞, 王晓蕊, 唐筱扬, 等. 辽宁传统发酵豆酱中乳酸菌及酵母菌分离鉴定[J]. 食品科学, 2015, 36(9): 78-83.

[57] 耿予欢, 谢显华, 李国基. 酱油发酵过程中细菌群落结构的动态变化[J]. 现代食品科技, 2015(8): 83-87.

[58] 何天明, 刘章武. 苦荞麦豆酱自然发酵工艺研究[J]. 中国酿造, 2013, 32(10): 57-60.

[59] 曲直, 蒋爱民, 吴兰芳, 等. 阳江豆豉 *Aspergillus oryzae* 分离鉴定及其中性蛋白酶分析[J]. 食品与机械, 2012, 28(5): 22-25.

[60] 沈柱英, 黄占旺, 肖建辉, 等. 纳豆糖蛋白的分离纯化、结构表征及其免疫活性研究[J]. 食品科学, 2015, 36(13): 215-222.

(上接第 107 页)

[5] ROBERT Soliva-Fortuny C, OLGA Martin-Belloso. New advances in extending the shelf-life of fresh-cut fruits: a review [J]. Trends in Food Science & Technology, 2003, 14(9): 341-353.

[6] 曹建康, 姜微波, 赵玉梅. 果蔬采后生理生化实验指导[M]. 北京: 中国轻工业出版社, 2007: 31.

[7] 林永艳, 谢晶, 朱军伟, 等. 真空预冷对青菜贮藏品质的影响[J]. 食品工业科技, 2012, 33(21): 314-317.

[8] ZHAN Li-juan, LI Yu, HU Jin-qiang, et al. Browning inhibition and quality preservation of fresh-cut romaine lettuce exposed to high intensity light [J]. Innovative Food Science & Emerging Technologies, 2012, 14(2): 70-76.

[9] 张立奎. 鲜切生菜在贮藏期间的微生物生长模型[J]. 食品与发酵工业, 2004, 30(2): 49-49.

[10] FRANCO Cataldo. DNA degradation with ozone [J]. International Journal of Biological Macromolecules, 2006, 38(38): 248-254.

[11] MANJU Sharma, HUDSON James. Ozone gas is an effective and practical antibacterial agent [J]. American Journal of Infection Control, 2008, 36(8): 559-663.

[12] 林永艳, 谢晶, 朱军伟, 等. 清洗方式对鲜切生菜保鲜效果的影响[J]. 食品与机械, 2012, 28(1): 211-213.

[13] 王宏, 董大远. 清洗剂对生菜贮藏保鲜效果的影响[J]. 食品研究与开发, 2006, 27(8): 153-156.

[14] 邓义才, 赵秀娟. 臭氧的保鲜机理及其在果蔬贮运中的应用[J]. 广东农业科学, 2005(2): 67-69.

[15] 胡小荣, 陶梅, 卢新雄, 等. 不同含水量大葱种子贮藏过程中的糖代谢研究[J]. 植物遗传资源学报, 2006, 7(1): 85-88.

[16] 肖卫华, 李里特, 李再贵, 等. 电生功能水对草莓的保鲜试验研究[J]. 食品科学, 2003, 24(5): 152-155.