

刘伟,孙杰,刘芹,等.臭氧水减菌化处理在冷鲜鱼肉中的应用[J].江苏农业科学,2016,44(7):343-346.
doi:10.15889/j.issn.1002-1302.2016.07.101

臭氧水减菌化处理在冷鲜鱼肉中的应用

刘伟,孙杰,刘芹,王宏勋,侯温甫

(武汉轻工大学食品科学与工程学院,湖北武汉 430023)

摘要:臭氧和臭氧水在食品加工业中应用广泛,在处理水产品、水果蔬菜保鲜等方面的运用越来越多。为达到冷鲜鱼肉质量控制的目的,研究臭氧水的溶解度变化、质量浓度变化、生产减菌试验、保质期试验,以探讨臭氧水在冷鲜鱼肉中的应用情况。结果表明,在试验环境下,臭氧的质量浓度随通入臭氧时间的增加逐渐增大;在水量一定的条件下,臭氧的溶解量到达峰值时则不再增加;随着放置时间的延长,臭氧水的质量浓度逐渐降低,降解率增大。在喷淋减菌试验中,臭氧水对大肠杆菌、金黄色葡萄球菌的平均杀菌率分别为 80%、60%;鱼肉样品经自来水清洗后,采用质量浓度为 3.60 mg/L(通臭氧 30 min)的臭氧水喷淋 3 min,进行托盘包装后 4℃贮藏保质期可延长 2 d。

关键词:冷鲜鱼肉;臭氧水;溶解度;保质期

中图分类号: TS205.7 **文献标志码:** A **文章编号:** 1002-1302(2016)07-0343-04

水产品是人体获取动物性蛋白质的主要来源,其中鱼类占据着重要比重。随着科学技术的发展以及消费者对生活品质的追求不断提高,传统的活鱼销售模式无法满足广大消费者的需求。冷鲜鱼肉以其方便快捷、安全卫生等优点而深受消费者喜爱,具有广阔的市场前景。然而,冷鲜鱼肉贮藏期短、易腐败变质的特点是阻碍其大规模生产的主要因素。冷鲜鱼肉自身附着及加工中污染的微生物随着贮藏时间的延长而增长繁殖,导致鱼肉腐败变质、品质劣变^[1]。有效降低产品中初始微生物的数量是保持冷鲜鱼肉鲜度品质、延长货架期的重要手段。

近年来,臭氧在食品工业中的应用量不断增长,且适用范围呈不断扩大的趋势^[2]。臭氧是一种具有强氧化性的气体灭菌剂,其灭菌原理结合了物理、化学、生物等多方面因素,具有很强的消毒杀菌能力^[3-5]。李杉等对鲜罗非鱼片的减菌化处理进行研究,发现臭氧水对样品的减菌率超过 90%,且对其感官品质影响最低^[6]。施建兵等、闫师杰等分别研究了臭氧水处理对鲢鱼块、鲑鱼中微生物的影响,发现臭氧水可有效减少两者的初始微生物数量并抑制微生物的增长^[7-8]。刁石强等以鲜鲢为研究对象,将普通海水与臭氧处理的海水进行保鲜对比试验;结果表明,经臭氧处理的海水可使鲜鲢的保质期延长 1~2 d^[9]。Laura 等采用臭氧水处理新鲜鲑鱼,发现臭氧水处理能够明显减少微生物的数量,延长其货架期^[10]。Cao 等采用臭氧水处理太平洋牡蛎,发现臭氧水处理可显著减少牡蛎中的初始微生物数量,并使货架期延长 2 d^[11]。在新形式的食品领域,臭氧已被广泛应用于鲜切果蔬的保鲜并取得了良好效果^[12-16]。然而,将臭氧水用于控制冷鲜鱼肉的初始

微生物数量以延长其货架期的报道较少。本研究通过探讨了臭氧水的稳定性及其对冷鲜鱼肉微生物的控制效果,以期臭氧水在延长冷鲜鱼肉贮藏期中的应用提供依据。

1 材料与仪器

1.1 材料与试剂

鲜活草鱼购自武汉市常青花园武商量贩,去内脏后迅速运回实验室加工。PCA 菌落总数琼脂培养基、VRBDA 肠道菌计数琼脂、甘露醇高盐琼脂均购自青岛市高科技园海博生物技术有限公司,氯化钠(分析纯)购自国药集团化学试剂有限公司。

1.2 仪器与设备

3S-A10 型臭氧发生器(北京同林高科科技有限责任公司),FHW-450 型保鲜膜封接机(浙江江南实业有限公司),SW-CJ-2FD 型单人单面净化工作台(苏州净化设备有限公司),FSH-2A 型可调高速匀浆机(金坛市医疗仪器厂),MIR-450 型电热恒温培养箱(三洋电机株式会社),手提式蒸汽不锈钢消毒器(灭菌锅)(上海博讯宝业有限公司),DHG-9123A 型电热恒温鼓风干燥箱(上海一恒科技有限公司)。

2 试验内容与方法

2.1 臭氧溶解度变化规律试验

向 5 L 蒸馏水中分别通入 5、10、20、25、30 min 的臭氧,测定水中的臭氧质量浓度。

2.2 臭氧水质量浓度的变化

在室温(10℃)条件下将低质量浓度、高质量浓度(分别通入臭氧 5、25 min)的臭氧水放置一段时间,测定臭氧水中臭氧质量浓度的变化规律。

2.3 臭氧水不同作用时间的杀菌效果试验

选择同一质量浓度的臭氧水于室温(10℃)下喷淋冷鲜鱼肉,测定样品中菌落总数的变化。

2.4 臭氧水喷淋杀菌试验

杀菌率的计算公式为:

收稿日期:2016-02-23

基金项目:湖北省教育厅科学研究计划(编号:Q20141701)。

作者简介:刘伟(1992—),男,湖北仙桃人,硕士研究生,主要从事食品科学与工程研究。E-mail:565137221@qq.com。

通信作者:侯温甫,硕士,副教授,主要从事水产品加工与贮藏研究。E-mail:745682588@qq.com。

杀菌率 = $(N_0 - N_t) / N_0 \times 100\%$ 。

式中, N_0 为喷淋前的活菌数, N_t 为喷淋后剩余的活菌数。

多种质量浓度的臭氧水在室温(10℃)下喷淋3 min后,测定冷鲜鱼肉中的菌落总数及杀菌率。多种质量浓度的臭氧水在室温(10℃)下喷淋3 min后,测定冷鲜鱼肉中的大肠杆菌总数。冷鲜鱼肉经臭氧水(通入臭氧30 min)喷淋3 min,测定喷淋前后的菌落总数及灭菌率。冷鲜鱼肉经臭氧水(通入臭氧30 min)喷淋3 min,测定喷淋前后的致病菌(金黄色葡萄球菌、大肠杆菌)数及灭菌率。

2.5 保质期试验

冷鲜鱼肉经臭氧水(通入臭氧30 min)喷淋3 min,托盘包装后冷藏,测定贮藏期间冷鲜鱼肉中的菌落总数、大肠杆菌数,并进行感官评定。

3 结果与分析

3.1 臭氧溶解度的变化规律

利用臭氧水对水产品进行处理,不仅起到了减菌化的作用,水产品的品质也得以较好保持。臭氧是通过空气放电产生并具有强氧化作用的物质,其杀菌力与菌体细胞接触臭氧的浓度有关^[17]。本试验利用臭氧发生器产生臭氧,并通过曝气泵使臭氧与水接触形成臭氧水。臭氧水中的臭氧溶解量不仅与通气时间有关,也会随着时间的延长重新溶出而使浓度降低;因此,有必要探讨在试验环境(10℃)下随着通臭氧时间的增加,臭氧在水中溶解度的变化规律。

由图1可知,随着通入臭氧时间的增加,水中臭氧的质量浓度逐渐增大,但25 min后臭氧溶解度变化较小。在一定水量的条件下,臭氧的溶解量并不随着通气时间的延长而增加,当质量浓度达到3.60 mg/L时溶解量不再增加。

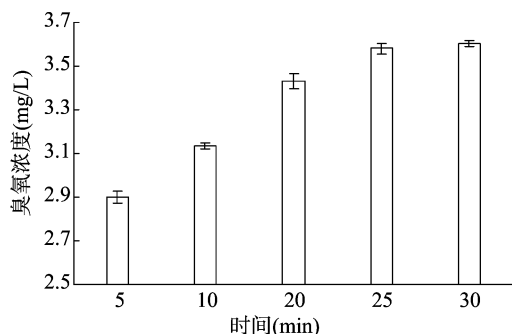


图1 臭氧溶解度随时间的变化

3.2 臭氧水放置过程中的质量浓度变化

分别制备高、低质量浓度的臭氧水,考察室温放置过程中臭氧质量浓度的变化规律,为冷鲜鱼肉臭氧水减菌过程提供参考。在室温10℃条件下,分别向蒸馏水中通入臭氧25、5 min,制得的臭氧水质量浓度分别为3.58、2.90 mg/L。由图2可知,高、低不同质量浓度臭氧水中的臭氧质量浓度均随时间的推移逐步下降,在0~5 min质量浓度降低最显著。分别于通入臭氧25、5 min后停止通入,室温下静置5 min后测量,其降解率分别达到7.3%、10.1%;静置1 h后臭氧质量浓度基本趋于稳定,分别为2.52、1.99 mg/L。

3.3 臭氧水不同作用时间的杀菌效果

利用臭氧水杀菌通常可采取浸泡和喷淋2种方法,但浸

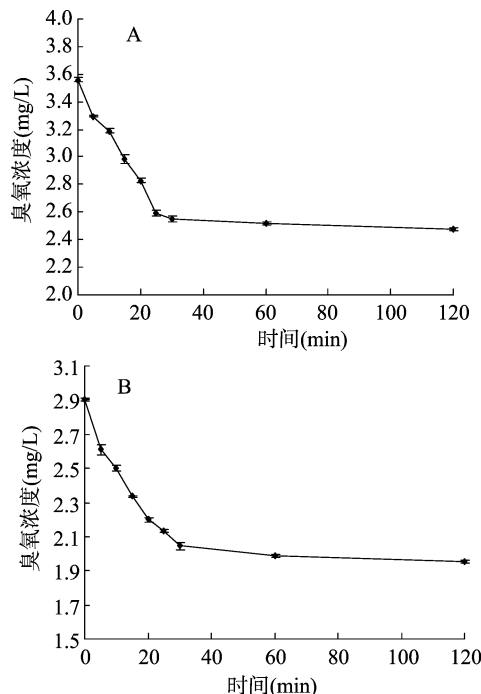


图2 通入臭氧25(A)、5 min(B)放置过程中臭氧的浓度变化

泡和喷淋时间过长均会导致鱼肉的感官品质变差。在不影响杀菌效果和感官品质的前提下,生产中大多采用喷淋的杀菌方式^[18]。研究不同喷淋时间对冷鲜鱼肉中微生物的影响,以获得较好的喷淋杀菌时间。由图3可知,冷鲜鱼肉中的菌落总数随着喷淋时间的延长迅速下降,其杀菌率逐渐增大。喷淋作用3、5、7 min时,杀菌率变化较小。试验结果表明,臭氧对冷鲜鱼肉中的微生物具有一定杀菌效果,且处理时间越长其杀菌效果越好。在实际生产中,达到杀菌效果的同时考虑感官品质和生产效率,因此选择臭氧水喷淋时间3 min为冷鲜鱼肉的最适杀菌条件。

3.4 臭氧水喷淋减菌试验

3.4.1 不同质量浓度臭氧水喷淋对冷鲜鱼肉的减菌效果

臭氧是一种强氧化性物质,其杀菌率与细胞暴露于臭氧质量浓度的大小有关。在作用时间均为3 min的条件下,比较不同质量浓度臭氧水的减菌效果。由图4可知,杀菌率随着臭氧水质量浓度的升高而上升。通入臭氧时间为25 min时,杀菌率达到67%;通入臭氧45 min后,杀菌率高达83%;通入臭氧时间为30 min时,制备的臭氧水杀菌率达到峰值。随着通入臭氧时间的延长,臭氧水的杀菌效果明显增加。

3.4.2 不同质量浓度臭氧水喷淋对冷鲜鱼肉中大肠杆菌的减菌效果

比较不同质量浓度的臭氧水作用3 min对冷鲜鱼肉中大肠杆菌的减菌效果。由图5可知,杀菌率随着臭氧水质量浓度的升高逐渐增大,通入臭氧时间为25、30、45 min时,杀菌率分别达到73%、80%、83%。鱼肉中的大肠杆菌数随着通入臭氧时间的增加而不断减少,即杀菌率不断提高。当处理时间延长至30 min时,大肠杆菌总数呈明显降低趋势,即对大肠杆菌的减菌效果显著上升。当臭氧水喷淋30~45 min时,大肠杆菌数的下降趋势变缓。在达到灭菌效果的同时考虑经济等因素,选择通入臭氧时间为30 min,臭氧水质量浓度为3.60 mg/L。

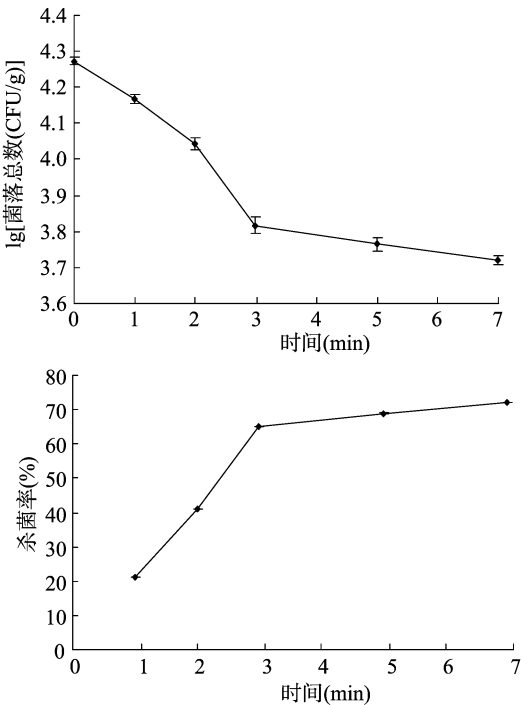


图3 臭氧水不同喷淋时间对鱼肉的杀菌效果

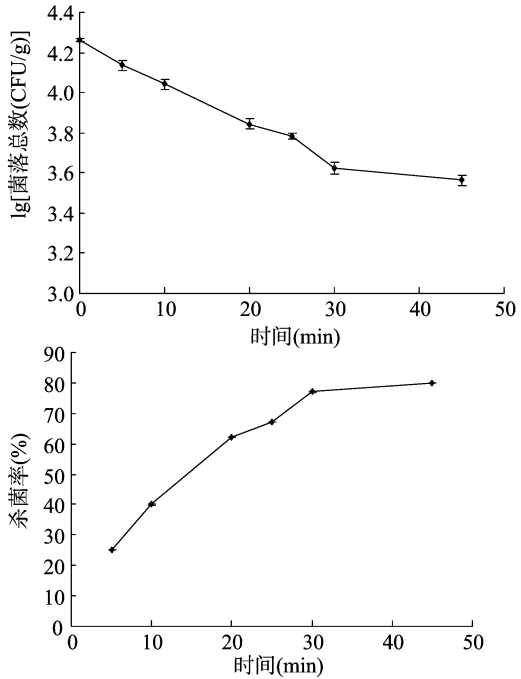


图4 不同浓度臭氧水喷淋对鱼肉的杀菌效果

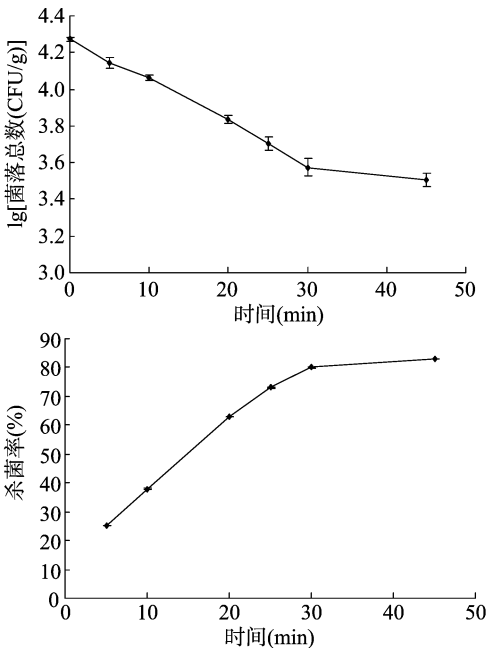


图5 不同浓度臭氧水喷淋对鱼肉中大肠杆菌的杀菌效果

表 1 臭氧水对鱼肉菌落总数的影响

批次	菌落总数 (CFU/g)		杀菌率 (%)
	喷淋前	喷淋后	
1	$(1.92 \pm 0.03) \times 10^4$	$(4.10 \pm 0.05) \times 10^3$	79
2	$(1.86 \pm 0.03) \times 10^4$	$(3.70 \pm 0.06) \times 10^3$	80
3	$(1.90 \pm 0.05) \times 10^4$	$(4.30 \pm 0.11) \times 10^3$	77
4	$(1.79 \pm 0.08) \times 10^4$	$(3.90 \pm 0.06) \times 10^3$	78
5	$(1.83 \pm 0.02) \times 10^4$	$(3.30 \pm 0.05) \times 10^3$	82

生李斯特氏菌、霍乱弧菌^[19]。本试验针对大肠菌群、金黄色葡萄球菌 2 种冷鲜鱼肉中易污染的致病菌进行培养检测。样品鱼肉经质量浓度为 3.60 mg/L 的臭氧水喷淋 3 min, 试验共 5 个批次, 3 次重复, 分别进行大肠菌数、金黄色葡萄球菌数检测。由表 2 可知, 2 种菌的菌落总数大幅减少, 而鱼肉感官品质没有明显变化。5 个批次对大肠菌群的平均杀菌率为 80%, 最高杀菌率达 81%; 对金黄色葡萄球菌的平均杀菌率为 58%, 最高杀菌率达 60%。可见, 臭氧水喷淋对冷鲜鱼肉中的致病菌(大肠杆菌和金黄色葡萄球菌)具有一定杀灭作用。

3.5 冷鲜鱼肉保质期试验结果

由于无法采用高温杀菌方式控制冷鲜鱼肉中的微生物数量, 为保证一定的货架期, 常采用减菌剂减菌的方法降低冷鲜鱼肉中初始微生物的数量, 以达到质量控制的目的。臭氧水减菌处理可有效减少鱼肉的初始微生物数量, 为后续的微生物控制减少压力。本试验以蒸馏水处理为对照组, 主要从菌落总数、大肠杆菌数、感官 3 个方面研究臭氧水喷淋对冷鲜鱼肉的影响。冷鲜鱼肉样品采用 3.60 mg/L 臭氧水喷淋 3 min 后进行托盘包装, 于 4℃ 下贮藏。结果表明, 处理组微生物数量在贮藏约 4 d 时达到 10⁶ CFU/g, 而空白对照组约 2 d 时已达到 10⁶ CFU/g。处理样品在贮藏期间表现为颜色鲜、肉质脆、气味变化不明显; 而空白组于 3 d 时颜色开始变暗, 肉质变软, 并于 5 d 出现明显臭味(表 3)。臭氧水减菌化处理有利于维持产品的品质, 有效延长冷鲜鱼肉的保质期。

3.4.3 通入臭氧 30 min 臭氧水喷淋 3 min 对冷鲜鱼肉菌落总数的减菌效果 根据初步试验结果将臭氧水处理应用于生产, 发现其减菌效果显著(表 1)。样品鱼肉经 3.60 mg/L 臭氧水喷淋 3 min 后检测菌落总数, 试验共 5 个批次, 3 次重复。结果显示, 喷淋处理可显著减少鱼肉微生物数量, 其感官品质无明显变化, 平均杀菌率高达 80%, 最高杀菌率达 82%。

3.4.4 通入臭氧 30 min 臭氧水喷淋 3 min 对鱼肉中致病菌的减菌效果 对鱼肉等水产品品质影响较大的致病菌有大肠菌群、沙门氏菌、金黄色葡萄球菌、副溶血性弧菌、单核细胞增

表 2 臭氧水对鱼肉中致病菌的影响

批次	大肠杆菌			金黄色葡萄球菌		
	喷淋前菌落数 (CFU/g)	喷淋后菌落数 (CFU/g)	杀菌率 (%)	喷淋前菌落数 (CFU/g)	喷淋后菌落数 (CFU/g)	杀菌率 (%)
1	$(1.88 \pm 0.07) \times 10^4$	$(3.8 \pm 0.03) \times 10^3$	80	$(2.09 \pm 0.12) \times 10^3$	$(8.90 \pm 0.05) \times 10^2$	57
2	$(1.96 \pm 0.10) \times 10^4$	$(4.2 \pm 0.07) \times 10^3$	79	$(2.27 \pm 0.09) \times 10^3$	$(9.30 \pm 0.14) \times 10^2$	59
3	$(1.83 \pm 0.06) \times 10^4$	$(3.5 \pm 0.05) \times 10^3$	81	$(2.15 \pm 0.02) \times 10^3$	$(9.50 \pm 0.04) \times 10^2$	56
4	$(1.91 \pm 0.09) \times 10^4$	$(4.5 \pm 0.11) \times 10^3$	76	$(2.55 \pm 0.16) \times 10^3$	$(1.02 \pm 0.07) \times 10^3$	60
5	$(1.87 \pm 0.12) \times 10^4$	$(3.7 \pm 0.04) \times 10^3$	80	$(2.43 \pm 0.06) \times 10^3$	$(1.00 \pm 0.06) \times 10^3$	59

表 3 保质期试验结果

贮藏天数(d)	组别	菌落总数(CFU/g)	大肠杆菌数(CFU/g)	感官
0	空白组	$(1.90 \pm 0.07) \times 10^4$	$(1.87 \pm 0.02) \times 10^4$	颜色鲜,肉质脆,无臭味
	处理组	$(4.21 \pm 0.14) \times 10^3$	$(3.92 \pm 0.09) \times 10^3$	
1	空白组	$(1.39 \pm 0.05) \times 10^5$	$(1.23 \pm 0.11) \times 10^5$	颜色鲜,肉质脆,无臭味
	处理组	$(6.54 \pm 0.20) \times 10^4$	$(5.96 \pm 0.16) \times 10^4$	
3	空白组	$(1.63 \pm 0.03) \times 10^6$	$(1.59 \pm 0.09) \times 10^6$	颜色略暗,肉质变软,无臭味
	处理组	$(7.92 \pm 0.37) \times 10^5$	$(8.18 \pm 0.21) \times 10^5$	颜色鲜,肉质脆,无臭味
5	空白组	$(1.99 \pm 0.14) \times 10^7$	$(1.84 \pm 0.04) \times 10^7$	颜色暗红,肉质松软,略有臭味
	处理组	$(1.02 \pm 0.05) \times 10^7$	$(9.60 \pm 0.36) \times 10^6$	颜色略暗,肉质变软,无臭味
7	空白组	$(2.17 \pm 0.13) \times 10^8$	$(2.06 \pm 0.07) \times 10^8$	颜色呈红褐色,肉质松软,有较浓臭味
	处理组	$(1.49 \pm 0.09) \times 10^8$	$(1.37 \pm 0.03) \times 10^8$	颜色暗红,肉质变软,有臭味

4 结论

在 10 ℃ 试验环境下,水中臭氧的质量浓度随着通入臭氧时间的延长逐渐增大,通入臭氧 25 ~ 30 min 后溶解量达到峰值。制备好的臭氧水在放置过程中,其质量浓度逐渐降低。利用臭氧水进行喷淋减菌,喷淋时间越长减菌效果越好。综合考虑各因素,臭氧水减菌处理冷鲜鱼肉的最佳喷淋时间为 3 min。

在臭氧水喷淋减菌试验中,不同质量浓度臭氧水对冷鲜鱼肉中菌落总数和大肠杆菌的减菌效果研究表明,当臭氧水质量浓度为 3.60 mg/L 时,即制备时通入臭氧时间为 30 min 时,减菌率高,减菌效果达到要求,菌落总数减菌率为 83%,大肠杆菌平均杀菌率为 80%。通入臭氧 30 min 的臭氧水(质量浓度为 3.60 mg/L)喷淋 3 min 对冷鲜鱼肉进行减菌处理,对鱼肉中大肠杆菌、金黄色葡萄球菌的平均杀菌率分别为 80%、60%,处理后冷鲜鱼肉的货架期可延长 2 d。利用臭氧水减菌处理是控制冷鲜鱼肉中初始微生物数量、延长产品货架期的有效措施。

参考文献:

[1] Gram L, Huss H H. Microbiological spoilage of fish and fish products [J]. International Journal of Food Microbiology, 1996, 33(1): 121 - 137.

[2] 王明智, 何于江, 张忠义. 臭氧在食品工业中的应用研究[J]. 食品科学, 1994(4): 22 - 25.

[3] 孔凡真. 臭氧杀菌彻底无残留[J]. 肉类工业, 2002(10): 40 - 41.

[4] 沈群, 王群. 臭氧的特性及其应用[J]. 食品科技, 2000(6): 70 - 71.

[5] 张志国. 应用在食品工业中的臭氧消毒灭菌技术[J]. 食品科技, 2000(3): 57 - 58.

[6] 李杉, 马海霞, 李来好, 等. 减菌化预处理对鲜罗非鱼片质量的影响[J]. 食品科学, 2009, 30(18): 379 - 384.

[7] 施建兵, 谢晶, 高志立, 等. 臭氧水浸渍后冰温贮藏提高鲳鱼块的保鲜品质[J]. 农业工程学报, 2013, 29(6): 274 - 279.

[8] 闫师杰, 梁丽雅, 宋振梅, 等. 臭氧水对鲑鱼肉保鲜效果的研究[J]. 食品科学, 2010, 31(24): 465 - 468.

[9] 刁石强, 李来好, 岑剑伟, 等. 冰温臭氧水对鲢保鲜效果的研究[J]. 南方水产科学, 2011, 7(3): 8 - 13.

[10] Laura P, Marta B, Gabriel S, et al. Use of sterile and ozonized water as a strategy to stabilize the quality of stored refrigerated fresh fish [J]. Food Control, 2008, 19(8): 772 - 780.

[11] Cao R, Liu Q, Yin B Z, et al. Combined effect of ozonated water and chitosan on the shelf - life of pacific oyster(*Crassostrea gigas*) [J]. Innovative Food Science and Emerging Technologies, 2010, 11(1): 108 - 112.

[12] 富新华. 臭氧水对鲜切西兰花微生物污染的控制作用[J]. 北方园艺, 2012(21): 124 - 126.

[13] 富新华. 鲜切南瓜的微生物污染及臭氧水杀菌效果研究[J]. 保鲜与加工, 2015, 15(1): 28 - 31.

[14] 余江涛, 谢晶. 臭氧水处理结合气调包装对鲜切生菜保鲜效果的影响[J]. 食品与机械, 2015, 31(1): 111 - 115.

[15] 胡云峰, 陈君然, 肖娟, 等. 臭氧处理对切分青椒贮藏品质的影响[J]. 农业工程学报, 2012, 28(16): 259 - 263.

[16] 张丽华, 纵伟, 李青, 等. 臭氧水处理对鲜切猕猴桃品质的影响[J]. 食品工业科技, 2015, 36(8): 315 - 319.

[17] 孙继英, 吴燕燕, 杨贤庆, 等. 臭氧水对军曹鱼片的减菌效果和品质的影响[J]. 南方水产科学, 2013, 9(6): 66 - 71.

[18] 袁迪红, 李八方. 臭氧水减菌化处理在炆蟹生产中的应用[J]. 农业工程学报, 2008, 24(7): 273 - 275.

[19] 方淑贞, 童国忠, 陈小娥, 等. 秘鲁鱿鱼臭氧杀菌技术的研究[J]. 科学养鱼, 2014(3): 77 - 80.