臭氧对鸡肉保鲜作用的研究

贾艳花，张立彦，芮汉明

（华南理工大学轻工与食品学院，广东广州 510640）

摘要：以臭氧处理后鸡肉在贮藏过程中细菌总数、挥发性盐基氮、pH 及感官品质为指标，研究了臭氧浸泡对鸡肉的保鲜作用。研究结果表明：用初始浸泡浓度为 5~8 mg/L 的臭氧水浸泡 20 min 后，可以使冷鲜鸡肉的保鲜期达到 11 d 左右。

关键词：臭氧；鸡肉；保鲜

文章篇号：1673-9078(2012)2-135-138

Effect of Ozone on Preservation of Chicken

JIA Yan-hua, ZHANG Li-yan, RUI Han-ming

(College of Light Industry and Food Sciences, South China University of Technology, Guangzhou 510640, China)

Abstract: Effects of ozone on preservation of chicken were investigated by using total bacterial count, TVB-N and pH value, sensory quality during refrigeration as indexes in this paper. The results showed that soaking the chicken in 5~8 mg/L ozone solution for 20 min gave the best preservation effect on chicken and the shelf life of chilled chicken could be up to 11 days.

Key words: ozone; chicken; preservation

冷鲜肉安全卫生、风味佳、营养好，深受消费者的欢迎，将成为 21 世纪中国生肉消费的主流，并将成为我国肉类企业新的经济增长点。但是，由于冷鲜肉具有高水分活度，一般高达 0.99 左右，营养丰富，较易提供微生物生长的碳源，氮源等营养物质，成为微生物生长理想的场所，造成冷鲜肉贮藏期较短。目前国内的研究主要针对冷却猪肉，冷却鸡肉的报道比较少。

臭氧最初应用于污水处理，后来陆续应用于医药卫生、食品、饲养业、养殖业、贮存保鲜、化工生产、自来水消毒等领域[1]。臭氧具有高效、安全卫生的特点，在 2001 年美国 FDA 宣布臭氧可直接作为食品添加剂用于食品的处理、贮藏和加工[2]，被批准为“GRAS”（一般认为安全）。近年来，在食品工业中应用臭氧的倾向不断高涨，其应用范围日益扩大。我国已有 30 多家冷库采用臭氧技术对水果、蔬菜、肉蛋类、乳品类冷藏保鲜[3,4]。例如现在已有研究利用臭氧清洗或浸泡牡蛎、脆肉脘鱼及冷却猪肉，以减少肉类食品的初始微生物数量，延长上述食品的保鲜期，效果比较明显[5~7]。但还未见有利用臭氧处理冷鲜鸡肉的研究或应用，因此，本研究利用臭氧浸泡处理鸡肉，研究其对鸡肉保鲜的影响，为开拓臭氧在肉类保鲜中的应用提供依据。

收稿日期：2011-08-31

基金项目：广东省省部产学研结合项目（2010B090400250）

作者简介：贾艳花（1980-），女，硕士，主要研究方向为农产品加工及废弃资源综合利用

1 材料与方法

1.1 实验材料和设备

1.1.1 实验材料和试剂

生鲜鸡脯肉，购自江丰实业集团公司，广东省广州市。

营养琼脂培养基，北京奥博星生物技术责任有限公司；真空包装 PE/PA 塑料包装袋，广州三荣塑胶有限公司；硼酸、盐酸、氧化镁、氢氧化纳、甲基红-乙醇指示剂、三氯乙酸、次甲基蓝指示剂、硼砂、碳酸钠等分析检测药品均为分析纯。

1.1.2 实验仪器设备

臭氧生成器，广州绿奥环保科技有限公司；752 紫外可见分光光度计，上海光谱仪器有限公司；离心机，上海安亭科学仪器厂；酸度计，上海大普仪器有限公司；DGF2053 台式电热鼓风干燥箱，上海锦屏仪器仪表有限公司通州分公司；高速组织捣碎机（DS-1 型），上海标本模型厂制造；手提式蒸汽压力灭菌锅，江阴滨江工业设备厂；水平摇床，中国哈尔滨东联电子技术开发有限公司；恒温培养箱，浙江嘉兴市新胜电器厂；超净工作台，广州市无菌操作台器械厂；真空包装机，温州新达包装机械厂；冰箱，伊莱克斯公司。

1.2 实验方法

1.2.1 挥发性盐基氮（TVB-N）的测定

参照文献[8]进行。

1.2.2 pH 值的测定

称取 10 g 鸡脯肉在高速组织均质机中均质后，加入 100 mL 蒸馏水，搅拌 5 min 混匀，振荡 15 min，过滤，取滤液用酸度计测定[9]。

1.2.3 微生物指标-细菌总数的测定

菌落总数的测定，按照 GB4789.17-1994《食品卫生微生物学检验菌落总数测定》进行[10]。评价标准参照 GB16869-2000 鲜冻禽肉产品微生物限量标准规定，一般建议标准冷却肉的细菌总数为 10^6 CFU/g 以下，达到 10^7 CFU/g 时冷却肉外观有明显腐败现象。

1.2.4 感官指标评定

参照 GB2710-1996，请八位有感官鉴评经验的人员进行感官评定。每隔一定时间取样一次在自然光下，观察肉的色泽、形态，嗅其气味，采用手指触摸、按压等方法判断弹性及发粘状况；取鸡胸脯肉剪成块状，放入烧杯并加适量水煮沸后，夹出肉块，闻肉汤气味，并观察肉汤的混浊情况及上浮脂肪性状。对每项检测结果进行评分，取平均值为最后综合得分。评分标准为：10 分最好，8 分为好，6 分为一般，4 分为较差，2 分为差[11,12]。

表 1 鸡肉冷藏期间的感官指标

Table 1 Indexes for evaluation of the sensory quality of chicken during refrigeration

项目	指标
色泽	皮肤有光泽，肌肉切面有光泽，并鸡肉固有色泽
粘度	外表微干或微湿润、不粘手
弹性	有弹性，肌肉指压后的凹陷立即恢复
气味	具有该禽肉固有的气味
煮沸后肉汤	透明澄清，脂肪团聚于表面，具固有香味

1.2.5 臭氧保鲜实验

1.2.5.1 臭氧制备

本实验使用高浓度臭氧水生成机以水为原料，通过电化学，臭氧发生器将水电解成氢气、氧气和臭氧。

1.2.5.2 臭氧浓度测定

臭氧水浓度测定采用碘量法，执行中华人民共和国城镇建设行业标准《臭氧发生器臭氧浓度、产量、电耗的测量》（CJ/T3028.2-94）。

按上述标准规定的测量时间取臭氧水 100 mL，倒入 250 mL 锥形瓶中，加入 10 mL（1+2）硫酸溶液，再加入 10 mL 10%碘化钾溶液并摇匀，小心迅速地用硫代硫酸钠标准溶液滴定至淡蓝色，加入 1 mL1%的淀粉溶液，继续小心地滴定到蓝色刚好消失为止，记录硫代硫酸钠标液的用量。

臭氧水浓度计算：$C=(A\times B\times 24000)/V=240AB$

注：C-臭氧水浓度（mg/L）；A-$Na_2S_2O_3$ 标准溶液用量，1mL；B-$Na_2S_2O_3$ 标准溶液浓度，mol/LV-臭氧水取样体积；mL

1.2.5.3 样品处理方法

将一定量的鸡脯肉用 4~6℃的水冲洗 3 次，随机分为为 5 组。臭氧水温度为 10±1 ℃，然后将样品迅速浸入不同臭氧浓度的臭氧水（体积为 3500 mL）中，浸 20 min 时间后取出样品，采用 0.1 MPa 真空度包装，每隔一定贮藏时间取出样品进行指标测定，具体试验安排见表 2 所示。每次测定重复三次，取平均值。

表 2 臭氧实验分组

Table 2 The groups of ozone experiments

实验条件	分组				
	1	2	3	4	5
浸泡时间/min	20	20	20	20	20
浸泡前臭氧水浓度/(mg/L)	0	1.5	3	5	8
浸泡后臭氧水浓度/(mg/L)	0	0.9	1.5	2.3	3.5
浸泡前后臭氧水浓度差值	0	0.6	1.5	2.7	4.5

因臭氧水不稳定，易降解，为了确保实验具有可比性，实验中测定了鸡肉样品浸入前瞬间的水中臭氧浓度，以及鸡肉样品浸泡取出后瞬间的水中臭氧浓度，并计算出浸泡前后水中臭氧浓度差值。由浸泡前后臭氧水浓度差值以及臭氧在水中降解规律来判断臭氧对鸡肉保鲜的作用效果。水中臭氧初始浓度越高，处理前后臭氧浓度差值越大，说明鸡肉保鲜过程中可能消耗的臭氧量也越多。

2 结果与分析

2.1 臭氧处理对鸡肉贮藏期间细菌总数的影响

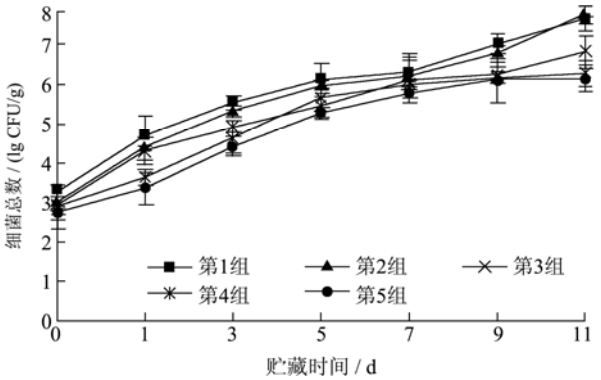


图 1 鸡肉冷藏期间细菌总数变化

Fig.1 Changes of the total amount of bacteria during refrigeration

图 1 是经过臭氧水保鲜处理后鸡肉在贮藏期间细菌总数变化情况。从图中可知，第 1 组（对照组）与第 2 组肉样的细菌总数变化差异不显著，第 3、4、5 组的保鲜效果明显优于第 1 组，差异显著（$P<0.05$），说明在冰鲜鸡保鲜过程中采用一定浓度的臭氧水处

理，对抑制鸡肉贮藏期间细菌总数升高有明显效果。由于臭氧在水中的溶解不稳定，容易降解，当臭氧水浓度较低时，其杀菌效果并不理想。如图中第 2 组，当初始臭氧水浓度为 1.5 mg/L 时，其保鲜效果与第 1 组（对照组）相差不大。第 5 组的臭氧水浓度最大，细菌总数值也最小，可见臭氧水浓度越高，其杀菌能力越强。但因为臭氧在水中极易降解，浓度越高，其降解速率越快，从上图可知，第 4 组和第 5 组肉样的细菌总数均在 11 d 左右超出 10^6 CFU/g，其最终细菌总数差别不大。

2.2 鸡肉贮藏期间 TVB-N 的测定结果

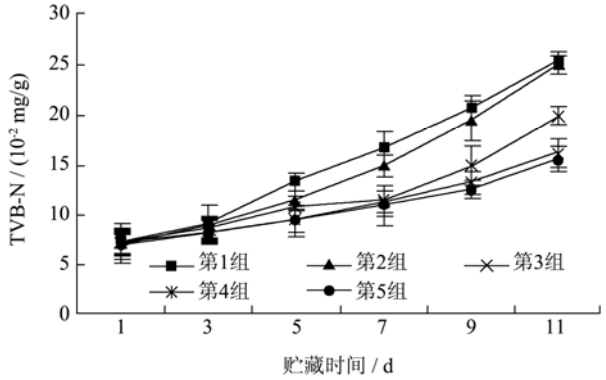


图 2 鸡肉冷藏期间 TVB-N 值变化

Fig.2 Changes of the TVB-N in chicken during refrigeration

图 2 为经过臭氧水保鲜处理后鸡肉在贮藏期间挥发性盐基氮（TVB-N 值）的变化情况。从图 2 来看，第 1 组（对照组）TVB-N 值在第 6 d 左右超过国家规定的一级鲜度标准范围（一级鲜度≤150 mg/g），第 2 组约在第 7 d 超过一级鲜度标准范围。第 3、4、5 组在第 9 d 时仍保持在一级鲜度的范围内，其中第 5 组的 TVB-N 值一直居于最低，直到第 11 d 时才超过一级鲜度。这说明臭氧能抑制冰鲜鸡贮藏期间 TVB-N 值的增长。

2.3 pH 值测定

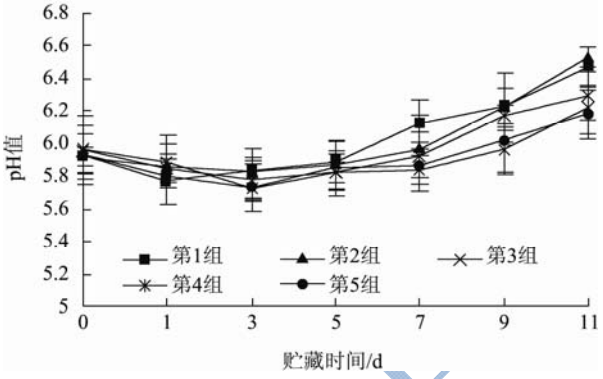


图 3 鸡肉冷藏期间 pH 值变化

Fig.3 Changes of the pH of chicken during refrigeration

图 3 为经过臭氧水保鲜处理后鸡肉在贮藏期间 pH 值的变化情况。从图 3 可知，肉样贮藏期间 pH 值一直呈高-低-高的变化趋势，在整个贮藏期间，第 1 组与第 2 组 pH 值上升速度最快，第 4 组和第 5 组上升最慢，保鲜效果最好，pH 值直到第 11 d 时才超过国家要求的新鲜肉标准。在整个贮藏期间所有组 pH 值都未超过次鲜肉极限值-pH6.7。

2.4 感官变化结果

表 3 是经臭氧水保鲜处理后的冰鲜鸡在贮藏期间内感官品质变化情况。

由表 3 可见，冷藏 1 d 后，经臭氧处理组的感官品质明显优于未经臭氧处理的对照组（第 1 组）。第 2、3 组每组肉样感官品质在贮藏前 3 d 内变化不显著，其后随贮放时间的延长显著降低（$p<0.05$）。而第 4、5 组每组肉样感官品质在贮藏前 5 d 内变化不显著，其后随贮放时间的延长显著降低（$p<0.05$）。对于不同组别，在贮藏 1 d 时，感官品质差异不显著（$p>0.05$），但到第 3 d，第 1、2 组与第 3、4、5 组就产生显著差异（$p<0.05$），第 7 d 时第 3 组和第 4、5 组产生显著差异（$p<0.05$），而第 4、5 组的差异始终不显著（$p>0.05$）。

表 3 肉样贮藏期间感官综合评分结果

Table 3 Scores of the sensory quality of chicken during refrigeration

组别	贮藏时间/d						
	1	3	5	7	9	11	13
1	9.1±0.45bA	8.3±0.25cB	6.7±0.17cC	5.4±0.21dD	4.5±0.20dE	3.8±0.25dF	2.1±0.36dG
2	9.5±0.20abA	8.9±0.38bA	7.8±0.35bB	6.5±0.15cC	5.9±0.21cD	4.8±0.17cE	3.7±0.46cF
3	9.7±0.21aA	9.5±0.21aA	8.6±0.25aB	7.7±0.29bC	6.8±0.25bC	5.7±0.26bD	4.6±0.21bE
4	9.6±0.32abA	9.3±0.31abAB	8.8±0.21aB	8.3±0.15aC	7.9±0.40aC	6.4±0.17aD	5.6±0.17aE
5	9.3±0.31abA	9.1±0.26abAB	8.7±0.06aB	8.1±0.23aC	7.6±0.32aD	6.1±0.36abE	5.2±0.29aF

注：表中值为平均值±标准差，abcd 代表每一列中数值差异显著性，同列字母相同者差异不显著，不同者差异显著（$p<0.05$）；ABCDEFG 代表每一行中数值差异显著性，同行字母相同者差异不显著，不同者差异显著（$p<0.05$）。

总的来说，对照组（第 1 组）在贮藏第 7 d 时肉质开始变差，经臭氧保鲜处理的第 3、4、5 组保鲜效果显著优于第 1 组（$p<0.05$），其中第 4 组肉样的感官品质评分最高，略高于第 5 组。

另外，肉样经臭氧处理后，由于臭氧的氧化作用，鸡肉表皮颜色变浅，臭氧水浓度越高，颜色变浅越快，真空包装贮藏 1 d 后颜色开始恢复正常，且臭氧处理组的肉样颜色比对照组的肉样颜色更鲜红。可见臭氧处理能在一定程度上保持冰鲜鸡肉色泽，若与抗氧化剂护色剂（如 V_C、V_E）配合使用，效果可能会更佳，需要进一步的研究探讨。

3 结论

本试验采用臭氧浸泡实现冰鲜鸡的保鲜，对延长冰鲜鸡货架期具有一定的效果。从微生物指标来看，初始浸泡浓度为 5~8 mg/L 的臭氧水保鲜效果最好，可以使鸡肉保持一级鲜度 11 d；从挥发性盐基氮指标（TVB-N）来看，浸泡初始浓度为 8 mg/L 的臭氧水保鲜液效果最好，样品 TVB-N 值上升最慢，TVB-N 值在第 11 d 超过一级鲜度；初始浸泡浓度为 5~8 mg/L 的臭氧水处理的鸡肉 pH 上升最慢，各项感官品质指标较好；刚经过臭氧保鲜处理过鸡肉，样品表面颜色容易变浅，但随贮藏时间延长，颜色恢复。

参考文献

[1] 刘通讯,王婧,曹艳妮.臭氧处理对普洱茶香气成分的影响研究[J].现代食品科技,2009,25(8):944-948

[2] 曲春香,宋卫平,许宏庆,等.臭氧水处理对蔬菜中维生素 C 和胡萝卜素含量的影响[J].现代食品科技,2005,21(2):80-81

[3] 杜艳,李兴民,梁锋.臭氧在肉品工业中的研究应用现状[J].肉品卫生,2005,(9):23-26

[4] 吴丹,周德明等.臭氧在肉类工业中的应用[J].肉类工业,2004,6:11-13

[5] 袁勇军,陆宇波,陈伟,等.臭氧处理和低温保藏对牡蛎保鲜效果研究[J].食品科技,2009,34(10):137- 140

[6] 肖岚,李诚,辛松林.臭氧对冷却肉的保鲜效果[J].肉类工业,2007,3:3-5

[7] 郭姗姗,荣建华,赵思明,等.臭氧水处理对冰温保鲜脆肉鲩鱼片品质的影响[J].食品科学,2009, 30(24):469-473

[8] 中华人民共和国国家标准.食品卫生检疫方法理化部分[S].北京:中国标准出版社,1996

[9] 罗红霞,胡铁军,冯作山,等.植物提取物对牛羊肉的保鲜效果[J].肉类研究,2001,4:39-40

[10] 中华人民共和国国家标准.食品卫生检验方法微生物学部分[S].北京:中国标准出版社,1995:161-169

[11] 顾仁勇,唐碧华,傅伟昌.南瓜浸提液对冷却羊肉的保鲜效果[J].食品科学,2006,3:228-230

[12] Patsias A, Chouliara I, Badeka A, et al. Shelf-life of a chilled precooked chicken product stored in air and under modified atmospheres: microbiological, chemical, sensory attributes [J]. Food Microbiology, 2006, 23: 423-429

现代食品科技