

臭氧水对冰鲜乳鸽的保鲜作用研究

梁诗惠^{1,2} 冯钰敏^{1,2} 陈海光^{1,2*} 刘巧瑜^{1,2} 吴俊师^{1,2} 李玉坤^{1,2}

1. 仲恺农业工程学院轻工食品学院 广东广州 510225

2. 现代农业工程创新研究院 广东广州 510225

摘要 利用臭氧水对肉类加工器具进行消毒,探究新鲜乳鸽经10、14、18、22mg/L的臭氧水处理后,在0~4℃下贮藏的保鲜作用,通过测定冰鲜乳鸽1、3、5、7、9d时的菌落总数、挥发性盐基氮、pH值和感官指标,得出冰鲜乳鸽保鲜效果最佳的臭氧水浓度及储藏期。结果表明:(1)消毒刀具和剪刀最佳浓度及时间为14mg/L,30s;而消毒砧板和绞肉机则选择10mg/L,60s;(2)臭氧水处理后可以延长鸽肉的贮藏期7d。最佳臭氧水浓度为14mg/L,该浓度下的鸽肉冷藏3~5d时,菌落总数、TVB-N值、pH值、感官指标均在二级鲜肉标准及以上。

关键词 臭氧水 储藏期 冰鲜乳鸽 灭菌效果 保鲜效果

Study on the fresh-keeping effect of ozone water on chilled pigeons

LIANG Shihui, FENG Yumin, CHEN Haiguang, LIU Qiaoyu, WU Junshi, LI Yukun

Abstract Ozone water was used to disinfect meat processing equipment. The fresh pigeons were treated by 10, 14, 18, and 22 mg/L ozone water, and the fresh-keeping effect was explored when it was stored at 0~4°C. The total number of colonies, volatile alkali nitrogen content, pH value and sensory indexes of chilled pigeons in 1, 3, 5, 7, and 9 d were determined, the optimum fresh-keeping effect of ozone water on chilled pigeons was obtained. The results showed that: (1) The best concentration and time for knife and scissors disinfection was 14 mg/L and 30 s, and the best concentration and time for cutting board and meat grinder disinfection was 10 mg/L and 60 s. (2) The storage period of pigeon meat could be prolonged by 7 d when it was treated by ozone water. The optimum concentration of ozone water was 14 mg/L, when pigeon meat was stored at this concentration for 3~5 d, the total number of colonies, TVB-N value, pH value, and sensory indicators were in the second-level fresh meat standard and above.

Key words ozone water; storage period; chilled pigeons; sterilization effect; fresh-keeping effect

臭氧是一种强氧化剂,具有极强的杀菌作用,在杀菌消毒、除臭净化、防霉保鲜等领域具有一定优势,杀菌处理后不会在食品表面产生残留污染^[1~3],是一种安全可靠的冷杀菌技术^[4],在食品

加工行业中的应用日趋广泛^[5,6]。起初,臭氧应用于工业杀菌消毒,后陆续应用于食品领域,如果蔬保鲜^[7,8]、饮用水杀菌^[9,10]、延长肉制品的货架期^[11~13]等。应用臭氧对盛装容器、管路、设备和车间环境进行臭氧消毒,是防止食品加工设备污染的有效措施之一^[14]。

鸽子具有极高的营养价值,在粤港澳地区有广阔的市场,但活禽长途跨地区运输不现实,冰鲜鸽应运而生^[15,16]。臭氧具有极强的杀菌作用,可以减少

收稿日期:2021-09-01

基金项目:2020~2022年,广东省重点领域研发计划项目,鸽产业发展关键技术与集成示范(2020B0202080002);2019~2023年,广东省现代农业产业技术体系创新团队项目(2020KJ1117)

作者简介:梁诗惠(1997-),女,汉族,在读硕士,研究方向为食品加工与安全,E-mail:1227791025@qq.com

*通讯作者:陈海光(1965-),男,汉族,硕士,教授,研究方向为食品加工与安全,E-mail:chg1508@163.com

冰鲜肉的原始菌数,抑制菌落生长速度,延长冰鲜肉的贮藏期,但是国内尚未对臭氧应用于冰鲜肉的品质变化和保鲜效果进行系统研究。

本文利用臭氧水对新鲜乳鸽进行处理,探究其灭菌保鲜作用,以期臭氧水在冰鲜乳鸽的保鲜应用中提供参考。

1 材料与方法

1.1 材料与设备

新鲜乳鸽,广州市良田鸽业有限公司;

营养琼脂培养基,广东环凯微生物科技有限公司;

氯化钠、氯化钾、乙醇、硫酸铵、无水醋酸钠、冰醋酸、乙酰丙酮、甲醛,均为国药集团化学试剂有限公司;

电解式高浓度臭氧机 GCQJ-1-3,威蒙科技;

臭氧气液混配机 HPSJ-25,威蒙科技;

手提式压力蒸汽灭菌锅 DSX-280,浙江星星家电股份有限公司;

电热恒温鼓风干燥箱 DHS-9240A,上海培因实验仪器有限公司;

智能编程生化培养箱 PYX-280S-A,韶关科力实验仪器有限公司;

洁净工作台 SW-CJ-IFD,苏州安泰空气技术有限公司。

1.2 冰鲜乳鸽的制备

1.2.1 冰鲜乳鸽的工艺流程

分别加入臭氧水、超纯水



前处理→新鲜乳鸽浸泡 10min→2℃冷冻保藏→取样测定。

1.2.2 样品处理

利用臭氧发生机制备浓度为 10、14、18、22、24mg/L 臭氧水,将新鲜乳鸽分为 3 组,臭氧水处理组(A组)内样品分别用浓度为 10、14、18、22mg/L 的臭氧水(流动状态)浸泡 10min,空白组(B组)样品

使用超纯水浸泡 10min;沥干后使用普通保鲜袋密封,在 2℃ 条件下保藏。在贮藏过程中定期取样测定菌落总数、挥发性盐基氮(TVB-N)、pH 值及感官评价。取样所用的加工器具如刀具、砧板、剪刀、绞肉机等都经过了臭氧水灭菌处理。

1.3 样品测定方法

1.3.1 菌落总数的测定

菌落总数按照 GB/T 4789.2-2016 标准测定^[17]。

1.3.2 挥发性盐基氮(TVB-N)的测定

采用中性甲醛滴定法测定,取 3 次平行测定的算术平均值^[18]。

1.3.3 pH 值的测定

按照 GB5009.237-2016 标准测定,取 3 次平行测定的算术平均值^[19]。

1.4 感官评定方法

由经过食品感官评定训练的 10 人(女性 5 人、男性 5 人,年龄 20~35 岁)按表 1,分别对冰鲜乳鸽的眼球状态、肌肉色泽、气味、组织状态和表面粘性五方面性状进行评分^[20,21]。冰鲜乳鸽感官评价标准见表 1。

表 1 冰鲜乳鸽感官评价标准

Table 1 Sensory evaluation criteria of chilled young pigeons

分值	8~10分	6~7.9分	4~5.9分	2~3.9分	0~1.9分
眼球	眼球饱满	平坦	稍凹陷	凹陷	完全凹陷
色泽	色泽鲜红,有光泽	色泽紫红,有光泽	色泽暗红,无光泽	色泽黑暗或灰白,无光泽	色泽暗褐色
气味	新鲜鸽肉特有的气味,无异味	具有鸽肉气味,无异味	鸽肉气味较淡或无味	无异味	有异味
组织状态	弹性好,指压后凹陷立即恢复	弹性较好,指压后,凹陷可以恢复	弹性一般,指压后凹陷缓慢恢复	无弹性,指压后凹陷不能恢复	无弹性,指压后凹陷明显存在
表面粘性	外表湿滑,不粘手	表面有少量汁液,稍粘手	表面有汁液,粘手	表面有较多汁液,粘度较大	汁液很多,严重发粘

1.5 数据处理方法

用 Origin(pro)8.0 进行数据处理,数据以重复 3 次测量的平均值 ± 标准差(SD)表示。

2 结果与分析

2.1 臭氧水处理对加工器具的灭菌效果

在取样的过程中,样品会受到用具、环境的细菌污染,对实验结果产生影响。因此,在取样之前,先用臭氧水对工具进行消毒,减少加工器具对样品的污染,减少外部因素对实验结果的影响。本实验将分别使用超纯水、浓度为 10、14、18、22、24mg/L 的臭氧水对刀具、砧板、剪刀、绞肉机进行处理,冲洗时间分别为 10、30、60、90s,然后取样测定菌落总数,结果如图 1 所示。

处理时间越长,灭菌效果越明显;臭氧浓度越高,杀菌效果越好。当处理时间为 30s,臭氧水浓度 $\geq 22\text{mg/L}$ 时,所有加工器具菌落总数均为零。当处理时间 $\geq 60\text{s}$,所有浓度的臭氧水均可达到 100% 灭菌效果。为节约能耗、提高工作效率、减少成本,在食品企业生产中,消毒刀具和剪刀时可选择 14mg/L 的臭氧浓度处理 30s;可能是因为砧板和绞肉机由于缝隙较多,清洁难度比刀具和剪刀大,因此在清洗过程中可以选择 10mg/L 的臭氧水浓度处理 60s。

2.2 不同浓度的臭氧水对冰鲜乳鸽保鲜效果

2.2.1 臭氧水处理对冰鲜鸽肉菌落总数的影响

低温的条件虽然可以抑制大部分微生物的生长繁殖,但部分嗜冷菌不受低温限制,因此随着贮藏时间的延长,冰鲜鸽肉的菌落总数也会快速增长,菌落总数是判断冷鲜肉腐败程度的最为常用的指标之一, $10^4\text{CFU/g} < \text{菌落总数} \leq 10^6\text{CFU/g}$ 为二级鲜肉,菌落总数 $> 10^6\text{CFU/g}$ 的则为变质肉,乳鸽冰鲜贮藏过程中的菌落总数见图 2。

由图 2 可知,5 个处理组的菌落总数变化趋势相似。冷藏 3、5d,空白组和臭氧水处理组均为二级鲜肉肉;冷藏 7d,空白组的冰鲜鸽肉菌落总数接近

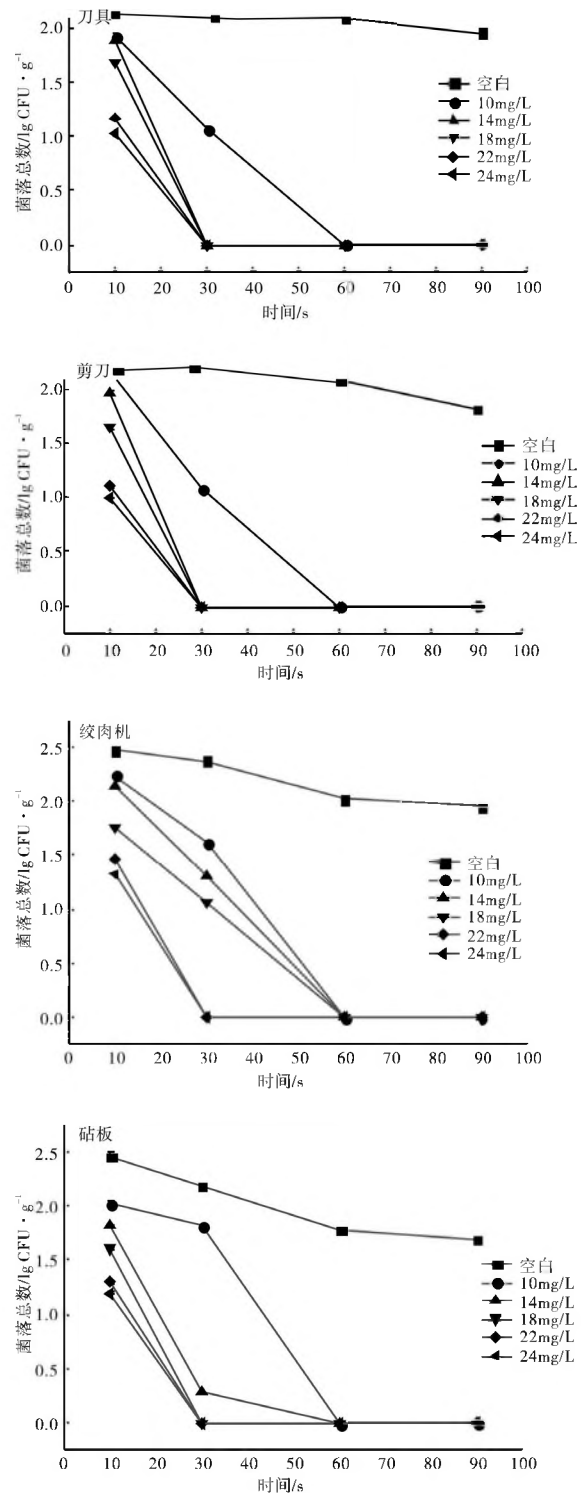


图 1 不同浓度臭氧水在不同时间内的灭菌效果

Fig. 1 Sterilization effect of different concentration ozone water in different time

10^6CFU/g , 鸽肉变质, 臭氧水处理组的菌落总数均 $< 10^6\text{CFU/g}$, 为二级鲜肉; 冷藏 9d, 使用臭氧水浓度 $\geq 18\text{mg/L}$ 处理的鸽肉仍保持二级鲜肉标准, 其余

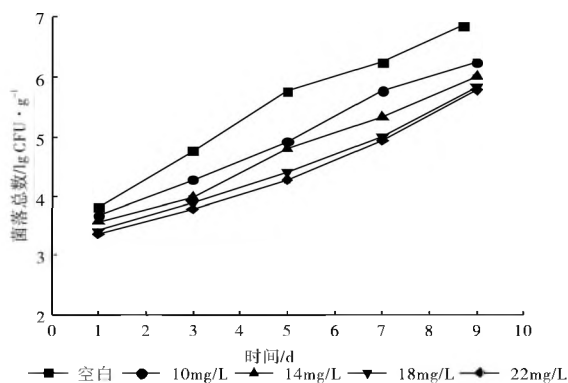


图2 乳鸽冰鲜贮藏过程中的菌落总数

Fig. 2 Total number of colonies of young pigeons during chilled storage

样组别菌落总数超标,为变质肉。这是由于鸽子在冷藏过程中营养物质被逐渐分解为微生物生长所需的小分子物质,微生物不断繁殖,最终导致鸽子腐败。乳鸽在贮藏期间,臭氧水处理组的菌落总数低于空白组,空白组与 $\geq 14\text{mg/L}$ 臭氧水处理组的菌落总数相比,空白组多了一个数量级别,说明臭氧水就可以降低鸽肉贮藏中的菌落总数,具有明显的杀菌抑菌作用。再结合鲜肉标准的限定,说明臭氧水可以延长鸽子的保鲜期。

2.2.2 臭氧处理对冰鲜鸽肉挥发性盐基氮含量的影响

由于TVB-N值与鲜度具有很高的相关性,TVB-N值被认为判断肉类腐败程度的重要指标之一。是TVB-N值 $\leq 15\text{mg}/100\text{g}$ 的肉类为一级鲜肉, $\leq 20\text{mg}/100\text{g}$ 的则为二级鲜肉,变质肉则是 $>25\text{mg}/100\text{g}$ 。乳鸽按不同方法处理,冰鲜贮藏过程中的TVB-N值见图3。

由图3可知,冷藏初期TVB-N值变化不大,在冷藏中后期,TVB-N值呈快速增长趋势。

冷藏3d,空白组为二级鲜肉,臭氧水处理组均为一级鲜肉。

冷藏5d,空白组的鸽肉TVB-N值 $\geq 15\text{mg}/100\text{g}$ 为二级鲜肉,臭氧水处理组 $\geq 14\text{mg/L}$ 的鸽肉为一级鲜肉。

冷藏7d,空白组的鸽肉TVB-N值 $>25\text{mg}/100\text{g}$,说明7d内,鸽肉在内源蛋白酶和腐败微生物的作用

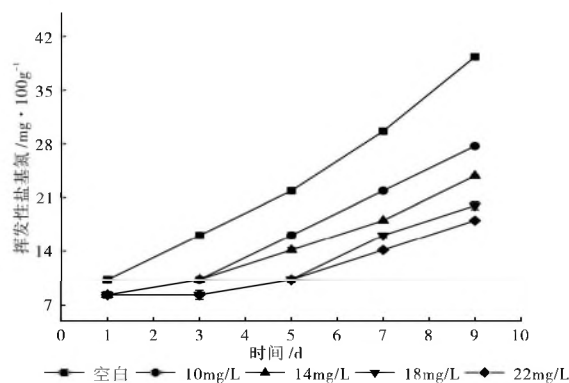


图3 冰鲜鸽贮藏过程中挥发性盐基氮含量

Fig. 3 Volatile base nitrogen content of pigeons during chilled storage

下,积累了大量的碱性含氮物质^[22],使TVB-N值超过鲜肉的上限变为腐败变质肉,不可食用;而22mg/L处理组TVB-N值仍处于一级鲜肉状态,即22mg/L的臭氧水可以使鸽肉保持一级鲜肉状态7d,保鲜效果良好。

总体而言,臭氧水可以降低蛋白分解速率,在短期内可以保持鸽肉的新鲜状态。

2.2.3 臭氧处理对冰鲜鸽肉pH值的影响

乳鸽冰鲜贮藏过程,鸽肉的pH值受到糖原酵解等生理代谢影响,会随着冷藏时间的延长而变化,因此pH值的大小也是判断肉类食品腐败程度最为常用的重要指标之一。pH值5.8~6.2的肉类为一级鲜肉,pH值6.3~6.6的肉类为二级鲜肉,pH值 >6.7 的则为变质肉。乳鸽按不同方法处理,冰鲜贮藏过程中的pH值见图4。

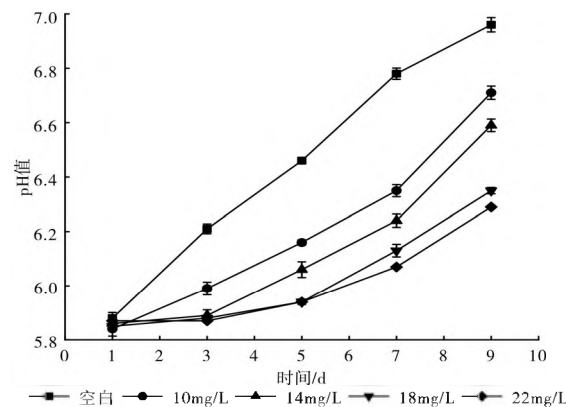


图4 冰鲜鸽贮藏过程中的pH

Fig. 4 pH of pigeons during chilled storage

由图4可知,乳鸽冰鲜贮藏过程中,pH值总体呈上升趋势,这是因为鸽肉中的内源蛋白酶和微生物分泌的蛋白分解酶的作用,降解肌肉蛋白质为多肽和氨基酸,并释放出碱性基团,使肉的pH值升高^[23]。空白组与臭氧水处理组相比增幅明显,说明臭氧水可以抑制微生物的活动,减缓蛋白质的分解速度。

冷藏3d,空白组接近一级鲜肉标准,臭氧水处理组皆为一级鲜肉。

冷藏5d,空白组的鸽肉pH值 ≥ 6.3 ,为二级鲜肉,臭氧水处理组的皆为一级鲜肉。

冷藏7d,空白组已经变质,臭氧水处理仍在二级鲜肉标准内。

冷藏9d,空白组、10mg/L组的鸽肉pH值高于6.7,鸽肉已腐败变质,其余臭氧水处理组的皆为二级鲜肉。

总体而言,臭氧水处理使鸽肉保持较长时间的新鲜状态,且臭氧水浓度越高,保鲜效果越好。

2.2.4 臭氧处理对冰鲜鸽肉感官评价指标的影响

根据感官评分表进行评分,以平均值作为综合评定结果。感官评价分值为 < 30 分的肉类为变质肉,分值为21~40分的为二级鲜肉,41~50分的则为一级鲜肉。乳鸽冰鲜贮藏过程中,其所得的感官评价分值见图5。

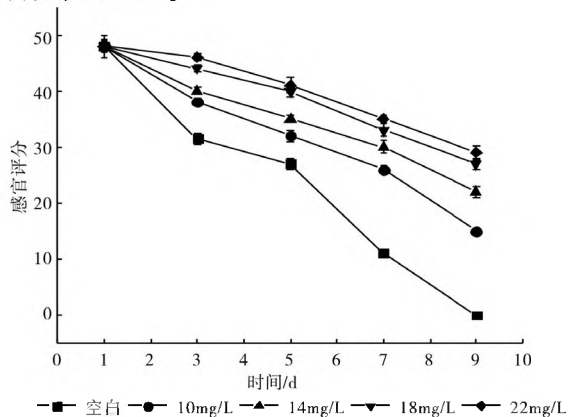


图5 冰鲜鸽贮藏过程中的感官评价分值

Fig. 5 Sensory evaluation scores of pigeons during chilled storage

由图5可知,5个处理组中,空白组冷藏3d感官评分为 > 30 分,属于二级鲜肉,除10mg/L组外,其余臭氧水处理组为一级鲜肉;冷藏5d,空白组 < 30 分,仍属于二级鲜肉,臭氧水处理组均为二级鲜肉;冷藏7d,空白组 < 20 分,为变质肉,臭氧水处理组的感官评分分值仍处于二级鲜肉范围;冷藏9d,空白组、10mg/L组均 < 20 分,为变质肉,臭氧水浓度 ≥ 14 mg/L的分值仍处于二级鲜肉分值范围内。由此说明,臭氧水处理可以改善鸽子的感官质量,延长储藏期。

3 结论

(1)本实验通过测定肉类加工器具的菌落总数,确定消毒工具所需的最佳臭氧水浓度和处理时间。为节约能耗,建议食品企业在实际应用中可以根据器具的特性选择合适的臭氧浓度,消毒刀具和剪刀时可以选择14mg/L的臭氧浓度处理30s;砧板和绞肉机可以选择10mg/L的臭氧水浓度处理60s。

(2)通过测定鸽肉的菌落总数、TVB-N值、pH值和感官来评价臭氧水的保鲜效果。结果表明,未经臭氧水处理的鸽肉最长保鲜期为7d,冷藏7d时,所有指标均表明鸽肉为变质肉,不可食用;而臭氧水处理组的鸽子在冷藏7d时,菌落总数、pH值、感官指标均在二级鲜肉标准内,TVB-N值指标下除22mg/L组为一级鲜肉外,其余各组均为二级鲜肉,即经臭氧水处理过的鸽子在冷藏7d时,所有指标均在二级鲜肉标准内,可供食用。冷藏9d,臭氧水浓度 < 18 mg/L的组别菌落总数超标,鸽子已变质,不可食用。

综上所述,臭氧水具有很好的抑菌效果,可以延长鸽肉的贮藏期至7d。考虑到经济因素以及食用品质因素,企业在实际应用中可选择14mg/L臭氧水浓度处理鸽肉,该浓度下的鸽子在冷藏3d时TVB-N值、pH值、感官指标可达一级鲜肉标准,冷藏5d时TVB-N值、pH指标下仍保持一级鲜肉

状态,菌落总数、感官指标也处于二级鲜肉标准内,可食用。

参考文献

- 1 姜雪,于鹏.臭氧在食品行业中的发展和应用[J].食品科技,2014,39(4):110-113.
- 2 Brodowska Agnieszka Joanna, Nowak Agnieszka, migielski Krzysztof. Ozone in the food industry: Principles of ozone treatment, mechanisms of action, and applications: An overview [J]. Critical reviews in food science and nutrition,2017.
- 3 徐怀德,王云阳.食品杀菌新技术[M].北京:科学技术文献出版社,2005.
- 4 王贺.冷杀菌技术在食品加工中的应用[J].中国新技术新产品,2012(11):129.
- 5 牌荣霞.臭氧技术在食品工业中的应用与灭菌机理[J].中国科技信息,2020(Z1):57-58.
- 6 Guzel - Seydim ZB, Greene AK, Seydim AC. Use of ozone in the food industry[J]. LWT - Food Science and Technology, 2004,37(4):453-460.
- 7 蔡金龙,王欲翠,周学成,等.微孔膜果蔬气调保鲜研究进展[J].食品工业科技,2017,38(16):318-323,329.
- 8 李方,卢立新.果蔬微孔膜气调包装模型与试验验证[J].农业工程学报,2010,26(4):375-379.
- 9 李玉锋,马涛.食品杀菌新技术[J].农产品加工(学刊),2007(1):89-91,93.
- 10 杨家蕾,董全.臭氧杀菌技术在食品工业中的应用[J].食品工业科技,2009,30(5):353-355,359.
- 11 梁龙,陆利霞,游京晶,等.臭氧水处理对鸭肉中微生物和油脂的影响[J].江苏农业科学,2015,43(2):252-254.
- 12 Coll Cárdenas F, Andrés S, Giannuzzi L, et al. Antimicrobial action and effects on beef quality attributes of a gaseous ozone treatment at refrigeration temperatures[J]. Food Control,2011,22(8):1442-1447.
- 13 Novak J S, Yuan J T C. The fate of clostridium perfringens spores exposed to ozone and/or mild heat pretreatment on beef surfaces followed by modified atmosphere packaging[J]. Food Microbiology,2004,21(6):667-673.
- 14 陈帅.食品加工设备在生产过程中的污染防控[J].现代食品,2018(9):29-31.
- 15 蔡教英,王小玉,姚丽锋,等.冰鲜鸽肉贮藏过程中的微生物菌群多样性[J].肉类研究,2018,32(9):41-46.
- 16 郝丕.乳鸽的营养药用价值及药膳配制[J].药膳食疗研究,1998(4):13-14.
- 17 国家食品药品监督管理总局,国家卫生和计划生育委员会.食品卫生微生物学检验菌落总数测定:GB4789.2-2016[S].北京:中国标准出版社,2016.
- 18 黄伟坤.食品检验与分析[M].北京:轻工业出版社,1989:494-495.
- 19 中华人民共和国国家卫生和计划生育委员会.食品pH值的测定:GB5009.237-2016[S].北京:中国标准出版社,2016.
- 20 国家质量监督检验检疫总局.肉与肉制品感官评定规范:GB/T22210-2008[S].北京:中国标准出版社,2008.
- 21 国家标准化管理委员会,国家质量监督检验检疫总局.鲜、冻禽产品:GB16869-2005[S].北京:中国标准出版社,2005.
- 22 肖虹,谢晶.不同贮藏温度下冷却肉品质变化的实验研究[J].制冷学报,2009,30(3):40-45.
- 23 张瑞宇,周文斌.不同生肉品质比较及冷却肉品质形成机理探析[J].渝州大学学报(自然科学版),2001(4):16-20.