

不同冷链贮运条件下冷鲜鸭肉品质变化

郭星月¹, 张语杰¹, 欧阳何一¹, 艾有伟^{1,2}, 雷飞飞³, 侯温甫^{1,2}

(1. 武汉轻工大学食品科学与工程学院, 湖北武汉 430023)

(2. 湖北省生鲜食品工程技术研究中心, 湖北武汉 430023)(3. 湖北小胡鸭食品有限责任公司, 湖北荆州 434000)

摘要: 为研究不同冷链贮运条件对冷鲜鸭肉品质变化的影响, 通过模拟产品冷链贮运过程中的环境, 以感官评定、菌落总数和挥发性盐基氮 (total volatile base-nitrogen, TVB-N) 值为评定标准, 研究了不同包装方式、运输时长、运输温度及运输途中的振动强度对冷鲜鸭肉品质的影响。结果显示, 气调包装 (53% O₂+47% CO₂) 在贮运末期的 TVB-N 值仅为 12.78 mg/100 g, 仍处于二级鲜度, 比真空包装和气调包装更能维持冷鲜鸭肉原有品质; 运输 1 h 组在整个实验过程中感官评分值下降较慢, 在实验末期其感官评分仍在 8 分以上; 运输温度对产品贮运后期的菌落总数有显著影响 ($p<0.05$), 低温 (4℃) 运输能够有效地保持产品品质, 比高温运输延长 1~2 d 贮藏期; 振动强度对产品菌落总数有显著影响 ($p<0.05$), 3 Hz 振幅对鸭肉品质影响较小, 在贮藏末期菌落总数为 5.04 lg CFU/g, TVB-N 值为 11.01 mg/100 g。本研究为冷鲜鸭肉冷链运输条件的选择提供了参考。

关键词: 冷链贮运条件; 冷鲜鸭肉; 贮运; 品质

文章编号: 1673-9078(2021)02-283-289

DOI: 10.13982/j.mfst.1673-9078.2021.2.1005

Changes of Chilled Duck Meat Quality under Different Cold Chain Storage and Transportation Conditions

GUO Xing-yue¹, ZHANG Yu-jie¹, OUYANG He-yi¹, AI You-wei^{1,2}, LEI Fei-fei³, HOU Wen-fu^{1,2}

(1.College of Food Science and Engineering, Wuhan Polytechnic University, Wuhan 430023, China)

(2.Fresh Food Engineering and Technology Research Center of Hubei Province, Wuhan 430023, China)

(3.Hubei Xiaohu-Duck Food Co. Ltd., Jingzhou 434000, China)

Abstract: In order to study the effect of different cold chain storage and transportation conditions on the quality of chilled duck meat. Sensory evaluation, total bacterial count and total volatile base nitrogen (TVB-N) value were used as evaluation criteria to study the effects of different packaging methods, transportation time, transportation temperature and vibration intensity on the quality of chilled and fresh duck meat. The results show that The TVB-N value of modified atmosphere packaging (53% O₂+47% CO₂) at the end of storage and transportation was only 12.78 mg/100 g, which was still in the second grade freshness, which could maintain the original quality of chilled duck meat better than vacuum packaging and modified atmosphere packaging. The sensory score of 1 h transportation group decreased slowly during the whole experiment, and the sensory score was still above 8 at the end of the experiment. Transportation temperature had a significant effect on the total number of colonies in the later stage of storage and transportation ($p<0.05$). Low temperature (4℃) transportation can effectively maintain the quality of products, and the storage period is 1~2 days longer than that of high temperature transportation. Vibration intensity had a significant effect on the total number of colonies ($p<0.05$), but 3 Hz amplitude had little effect on the quality of duck meat. At the end of storage, the total number of colonies was 5.04 lg CFU/g and TVB-N value was 11.01 mg/100 g. The research provides a reference for the selection of cold chain transportation conditions for cold fresh duck meat.

引文格式:

郭星月,张语杰,欧阳何一,等.不同冷链贮运条件下冷鲜鸭肉品质变化[J].现代食品科技,2020,37(2):283-289

GUO Xing-yue, ZHANG Yu-jie, OUYANG He-yi, et al. Changes of chilled duck meat quality under different cold chain storage and transportation conditions [J]. Modern Food Science and Technology, 2020, 37(2): 283-289

收稿日期: 2020-10-30

基金项目: 湖北省技术创新专项重大项目 (2017ABA136); 湖北省高等学校优秀中青年科技创新团队计划项目 (T201809)

作者简介: 郭星月 (1997-), 女, 硕士研究生, 研究方向: 肉制品加工与质量控制

通讯作者: 侯温甫 (1979-), 女, 博士, 副教授, 研究方向: 生鲜畜禽产品质量与安全控制

Key words: cold chain storage and transportation conditions; chilled duck meat; storage and transportation; quality

近年来我国肉类消费产生了明显的结构变化,其中冷鲜鸭肉因高蛋白、低脂肪、低胆固醇的营养特点,已经由原来消费市场的特色禽肉转变为为主体禽肉^[1],赢得越来越多消费者的青睐^[2]。鸭肉在贮运过程中,蛋白质因微生物的增殖发生腐败变质,并分解产生一些硫化氢、氨类等具有不良气味的气体^[3-5],加速了鸭肉品质的劣变。冷鲜鸭肉的加工从检疫、屠宰、分割、包装、贮藏到销售过程均应对产品品质进行严格的把控。为了降低鸭肉在贮藏运输过程中发生的腐败变质而造成的安全性等问题,冷鲜鸭肉冷链贮运至关重要。冷链贮运由于产品一直处于低温条件下,从而抑制了大部分微生物的生长和繁殖,并降低了酶的活性,能较好的保持鸭肉的食用品质,确保冷鲜鸭肉在市场上的食用价值。目前关于影响肉制品品质变化因素的研究有很多,主要集中在包装方式和贮藏温度两大方面。肉制品常见的贮运包装方式有托盘包装、真空包装和气调包装,其中气调包装主要是通过控制包装中填充的气体比例^[6],在贮藏过程中通过隔绝水分和气体,从而营造稳定的包装环境来延长食品的货架期^[7-9]。有研究发现气调包装中高体积分数的二氧化碳(含100%和75% CO₂)可以有效抑制鱼片中嗜冷菌、厌氧菌以及产组胺细菌的生长^[10]。气调包装中的 O₂ 含量会影响肉制品的色泽和脂肪以及蛋白质的氧化^[11,12]。贮藏期间的温度也是影响肉制品品质的重要因素,尹磊等^[13]对比了冷藏、微冻和冻藏条件下小黄鱼的品质变化情况,结果表明冻藏条件下小黄鱼在实验终点(50 d)均保持良好的食用品质,冷藏和微冻条件下小黄鱼的货架期分别是8 d和20 d。此外,运输时间也是影响冷鲜肉类品质的一个因素。张舒翔等^[14]研究运输时间对扬州鹅肉品质的影响中发现,运输时间达到2 h后扬州鹅的应激反应最大,且肉的品质下降显著。

目前,针对冷链运输过程中贮运条件对冷鲜鸭肉品质的影响研究尚未见报道。因此,以物流销售过程

中冷鲜鸭肉的微生物及生理生化指标为评判标准,通过模拟冷链贮运,以考察不同的包装方式、运输时长、运输温度及运输振动强度对冷鲜鸭肉品质的影响,旨在为冷鲜鸭肉的贮运保鲜和实际生产提供理论支撑。

1 材料与方法

1.1 主要材料与试剂

生鲜鸭胸肉,湖北小胡鸭食品责任有限公司;平板计数琼脂(PCA)、氯化钠(分析纯)、硼酸、人造沸石、甲基红、溴甲酚绿,国药集团化学试剂有限公司;浓硫酸、盐酸,中国平煤神马集团。

1.2 主要仪器与设备

BOXUN 立式压力蒸汽灭菌器、HRP-9082MBE 型电热恒温箱,上海博迅公司;DHG-9071A 电热恒温鼓风干燥箱,上海一恒公司;BCD-210SPAB 型电冰箱,无锡松下公司;CP214(C) 电子分析天平,美国奥豪斯公司;DL-1 万用电炉,北京市永光明医疗仪器公司;SW-CJ-2FD 型双人单面净化工作台,苏州净化公司;HBM-400D 系列样品均质器,天津恒奥公司;XHF-D 高速分散器(内切式匀浆机),宁波新芝生物科技公司;FD-Z1 气调包装机,上海福帝包装机械有限公司;YWX/YH 模拟振动台,上海一华仪器设备有限公司。

1.3 试验方法

1.3.1 模拟贮运

为模拟冷鲜鸭肉贮运过程中各影响因素的变化,结合实际生产需要,本实验温度设定如下:工厂贮藏、超市暂存、家庭暂存阶段温度为4℃,销售温度为4~10℃,具体的仿真模拟过程如图1所示。

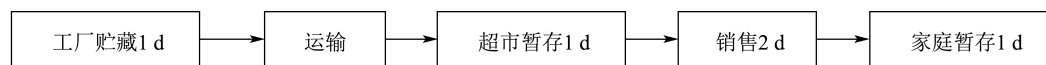


图1 冷鲜鸭肉冷链物流模拟

Fig.1 Fresh duck meat cold chain logistics simulation

1.3.1.1 不同包装方式对冷鲜鸭肉品质的影响

将当日的生鲜鸭胸肉用气调包装(53% O₂+47% CO₂)、真空包装、托盘包装(每种包装中放入两片鸭胸肉)对样品进行包装后,按照图1所设计的贮运方式进行模拟运输(运输时间为6 h,运输温度4℃,振动频率为4 Hz)及贮藏,分别于工厂贮藏1 d、超市

暂存1 d、销售2 d与家庭暂存1 d后检测相关指标。

1.3.1.2 不同运输时长对冷鲜鸭肉品质的影响

将当日的生鲜鸭胸肉用气调包装(53% O₂+47% CO₂)对样品进行包装后,设置1 h、3 h、6 h 3个运输时间,并按照图1所设计的贮运方式进行模拟(运输温度4℃,振动频率为4 Hz)并检测相关指标。

1.3.1.3 不同运输温度对冷鲜鸭肉品质的影响

将当日的生鲜鸭胸肉用气调包装 (53% O₂+47% CO₂) 对样品进行包装后, 设置低温 (4 ℃)、中温 (4~10 ℃)、高温 (11~14 ℃) 3 个运输温度, 并按照图 1 所设计的贮运方式进行模拟 (运输时间为 6 h, 振动频率为 4 Hz) 并检测相关指标。

1.3.1.4 不同振动强度对冷鲜鸭肉品质的影响

将当日的生鲜鸭胸肉用气调包装 (53% O₂+47% CO₂) 对样品进行包装后, 设置 3 Hz、4 Hz、5 Hz 3 个振动强度并模拟运输 6 h 后将所有样品置于 4 ℃冰

箱贮藏 2 d 后测其相关指标。

1.3.2 挥发性盐基氮 (TVB-N) 的测定

根据 GB/T 5009.44-2003《肉与肉制品卫生标准的分析方法》中半微量定氮法对 TVB-N 进行测定^[15]。

1.3.3 微生物计数

方法参照 GB/T 4789-2010《食品卫生微生物学检验: 菌落总数测定》^[16]中的平板计数法进行测定。

首次计数记为第 1 d, 之后每隔 48 h 按上述方法测定冷鲜鸭肉的菌落总数。

1.3.4 感官评价

表 1 冷鲜鸭肉感官评价表

Table 1 Sensory scoring standards of fresh duck meat

感官特性	评分标准		
	1~3 分	4~6 分	7~10 分
色泽 (25%)	色泽暗淡, 无光泽	色泽较暗淡, 略有光泽	色泽正常且均匀, 有光泽
气味 (25%)	有严重腐败味	有轻微的氨味或其他异味	鸭肉正常气味
弹性 (25%)	无弹性, 按压后不能复原且可能直接刺穿	比较柔软, 稍有弹性, 按压后不能完全复原	肉质坚实富有弹性, 按压后能立刻恢复
组织形态 (25%)	组织松散, 较多汁液渗出	组织较紧密, 少量汁液渗出	组织紧密平整, 无汁液渗出

参考 GB 2707-2005《鲜(冻)畜肉卫生标准》^[17], 评价人员通过冷鲜鸭肉的色泽、气味、弹性和组织形态进行感官评分。感官评分详见表 1。

1.3.5 数据统计与分析

采用 IBM SPSS Statistics 19 对数据进行单因素方差分析和差异性检测, 用 Excel 2016 对数据进行处理并作图, 显著性水平为 $p<0.05$ 。

2 结果与分析

2.1 不同包装方式对冷鲜鸭肉品质的影响

三种包装方式对冷鲜鸭肉的感官和菌落总数均有显著性影响 ($p<0.05$) (图 2), 其中气调包装能够较好地保持冷鲜鸭肉的品质。通过对比菌落总数 (图 2b) 和 TVB-N 值 (图 2c) 的图可知, 两指标的增长趋势相似, 均随着时间的延长呈现逐渐递增的趋势。杨佳艺^[18]的研究结果中也表明冷鲜兔肉中的 TVB-N 含量与菌落总数呈正相关。贮运期间冷鲜鸭肉的感官评价结果如图 2a 所示, 随着时间的延长, 各试验组的鸭肉感官评价呈下降趋势, 其中托盘组感官评分下降最快, 由 9.6 分下降至 7 分, 而真空和气调包装均保持在 8 分左右。在家庭暂存 1 d 后各组之间感官评价有显著差异 ($p<0.05$), 且托盘组鸭肉已有轻微异味。

从图 2b 可知, 三种包装方式均有一定的抑菌效果, 但气调包装的抑菌效果明显优于真空包装和托盘包装, 托盘包装由于仅依靠包装膜对鸭肉进行保鲜,

故其微生物的生长繁殖几乎不受到限制, 在家庭暂存 1 d 后菌落总数已经达到 6.43 lg CFU/g, 可判断为变质肉; 真空包装则主要依靠营造低氧环境从而达到保鲜的目的, 但在运输过程中由于机械振动, 对其真空状态造成一定程度的破坏, 使其菌总数在后期增长较快, 菌落总数达到了 6.22 lg CFU/g, 而气调包装组样品的菌落总数未达到 6.00 lg CFU/g。结果表明, 三种包装方式中气调包装能有效地抑制微生物生长, 维持产品鲜度, 这是可能是由于气调包装中高浓度 CO₂ 抑制了部分好氧菌的生长繁殖, 降低了微生物的增长速率, 与戴瑄等^[19]所得研究结果是相似的。

挥发性盐基氮是判别鲜肉品质的重要指标^[20-22], 主要包括氨 (ammonia, NH₃)、甲胺 (methylamine, MA)、二甲胺 (dimethylamine, DMA) 和三甲胺 (trimethylamine, TMA)^[23]。贮运期间冷鲜鸭肉 TVB-N 值的变化如图 2c 所示, 随着贮运过程的推进, 所有实验组的 TVB-N 值均呈上升趋势, 其中托盘包装组 TVB-N 值上升最快, 由 9.43 mg/100 g 上升至 14.19 mg/100 g。出现图 2c 这种情况可能是由于销售过程中的温度高于贮藏温度, 使得此时微生物生长繁殖, 增加了其蛋白质的分解速率, 导致其 TVB-N 值上升。气调包装组的 TVB-N 值在实验期间始终处于较低的水平, 在家庭暂存 1 d 后 TVB-N 值仅为 12.78 mg/100 g, 仍处于二级鲜度, 同时溶解在肌肉中的 CO₂ 可能与贮藏过程中产生的碱性物质中和, 导致其 TVB-N 值较低。实验结果表明气调包装可有效降低冷鲜鸭肉

TVB-N 值。综合所有指标,气调包装能使冷鲜鸭肉在物流过程中保持较好的品质,延缓其品质劣变。

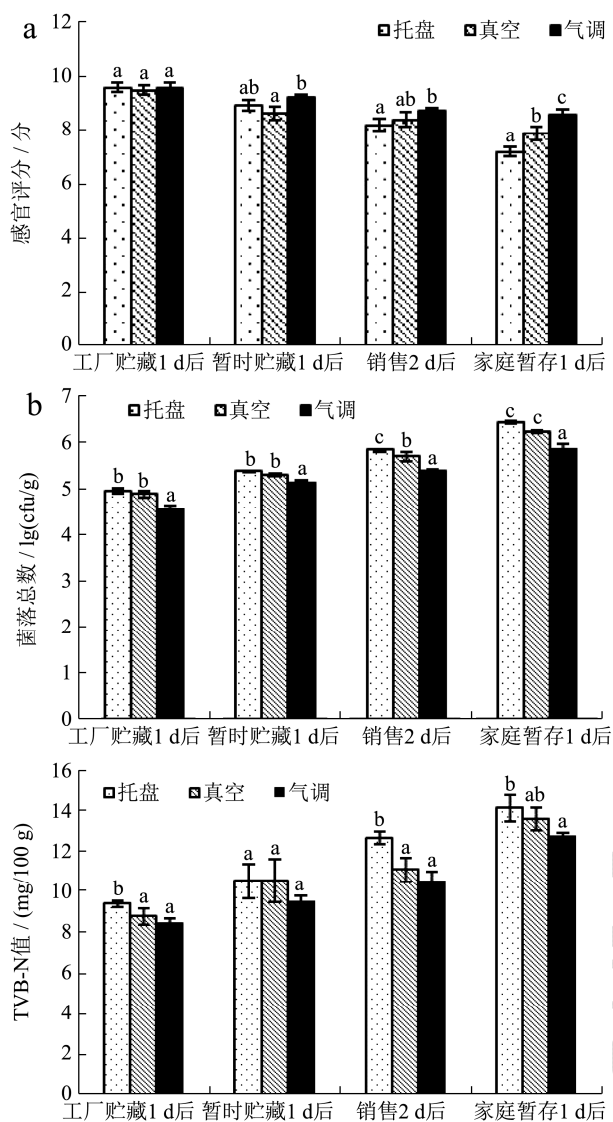


图2 不同包装方式对冷鲜鸭肉品质的影响

Fig.2 Effect of different packaging methods on the quality of fresh duck meat

注: a: 感官评分; b: 菌落总数; c: TVB-N 值; 不同小写英文字母表示各实验组指标存在显著性差异 ($p < 0.05$)。下同。

2.2 不同运输时长对冷鲜鸭肉品质的影响

如图 3a 所示,在冷链物流过程中,运输时间越长会导致冷鲜鸭肉品质下降明显。运输 6 h 后的冷鲜鸭肉组在家庭暂存后产生轻微异味,肉色光泽黯淡,表面轻微发黏,此时感官评分显著低于其他各实验组 ($p < 0.05$),仅为 7.4 分。而运输 1 h 组在整个实验过程中感官评分下降较慢,在实验末期其感官评分仍在 8 分以上,且肌肉富有光泽,弹性较好。

由图 3b 可知,随着运输时间的延长,在销售 2 d

后期菌落总数已上升一个数量级达到了 $6.11 \lg \text{CFU/g}$,为变质肉,这可能是由于运输时间过长导致汁液流失,这些富含蛋白质等营养物质的汁液为微生物滋生提供了良好的场所,这与 Tang Xiaoyan 等^[24]研究的结果一致,说明肉中的菌落总数与运输时间直接相关^[25]。韩隽帆等^[26]研究表明,运输过程会影响肉制品在运后贮藏过程中的品质,主要表现为菌落总数上升,水分含量、硬度和亮度值下降,导致在后期的贮藏过程中品质劣变较快,与本文研究结果一致。

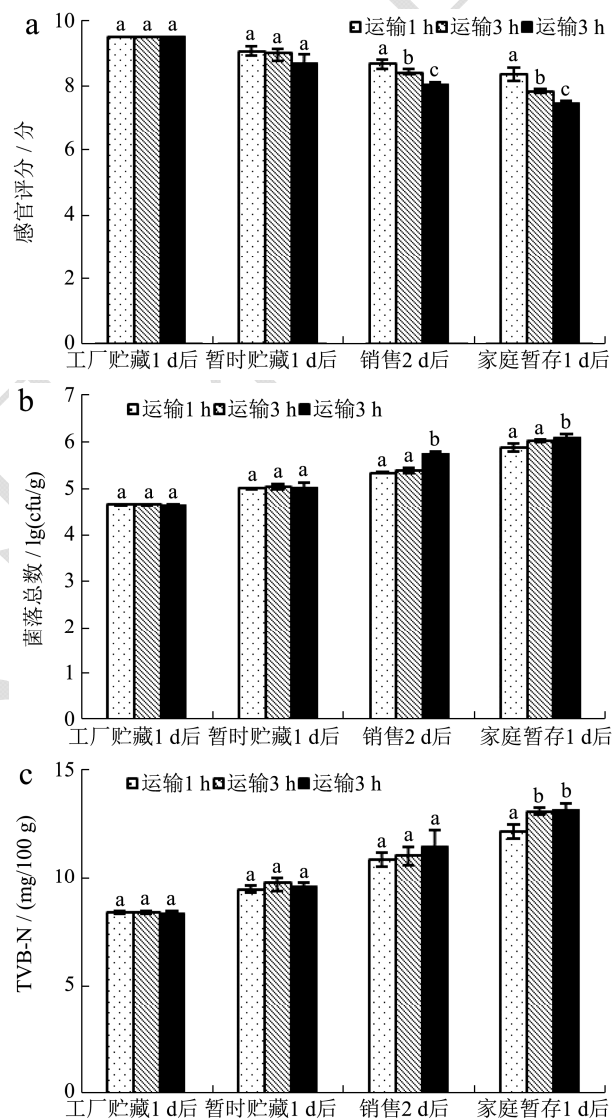


图3 不同运输时间对冷鲜鸭肉品质的影响

Fig.3 Effect of different transportation time on the quality of fresh duck meat

如图 3c 所示,运输时间越长,TVB-N 值越高,产品劣变越明显。运输 1 h 组 TVB-N 值在实验期间始终处于较低的水平,在家庭暂存 1 d 后 TVB-N 值为 12.3 mg/100 g ,仍处于二级鲜度。孔萍^[27]在研究调理猪肉的复合保鲜技术及其常温物流适应性时发现随着运输时间的延长,贮藏期间调理猪肉的菌落总数和

TVB-N 值显著增加,与本研究所得结果相似。综合所有指标,运输时长能影响鸭肉后期贮藏过程中的品质,运输时长与鸭肉品质呈负相关。

2.3 不同运输温度对冷鲜鸭肉品质的影响

通过模拟低温(4℃)、中温(4~10℃)、高温(11~14℃)三种运输温度,得到如图4所示结果。在冷链运输过程中,各组冷鲜鸭肉的感官评分不断下降。高温组在家庭暂存后已产生轻微异味,肉色发白且光泽黯淡,表面轻微发黏,此时其感官评分显著低于其他各实验组($p<0.05$),仅为7.1分。说明在运输过程中,高温会破坏冷鲜鸭肉品质的稳定性,从而降低其商业价值。

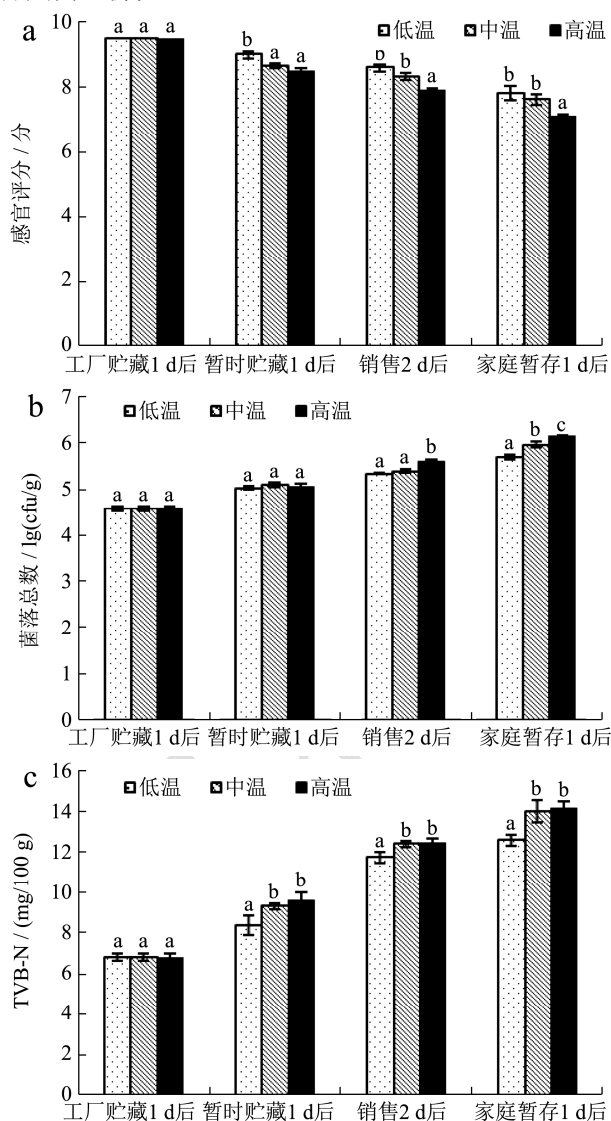


图4 不同运输温度对冷鲜鸭肉品质的影响

Fig.4 Effect of different transportation temperatures on the quality of fresh duck meat

由图4b所示,各实验组菌落总数均随着时间延长而呈上升趋势,其中高温组菌落总数增长最快,在

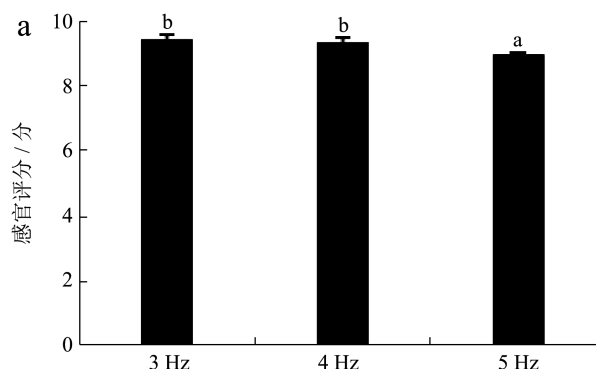
销售2d后期菌落总数已上升一个数量级,达到5.58 lg CFU/g,显著高于其他实验组($p<0.05$)。菌落总数在销售2d后上升明显,可能是由于经过调整期后开始了对数生长期。同时,也有研究表明,物流过程中温度波动会影响肉制品在贮运过程中的品质,主要表现为加快蛋白质降解和微生物生长繁殖,破坏肌肉组织结构,导致在后期的贮藏过程中品质劣变较快^[28]。

如图4c所示,在超市暂存1d后低温组与中温和高温组的冷鲜鸭肉TVB-N值差异明显,低温组TVB-N值在实验期间始终处于较低的水平,说明恒定的低温环境对微生物的生长有抑制作用。在家庭暂存1d后低温组TVB-N值为12.6 mg/100 g,仍处于二级鲜度。此结果与倪冬冬等^[29]研究得出结论一致,运输温度对产品微生物指标、pH值、色泽等贮藏稳定性有较显著影响。因此,物流过程中的高温及温度的波动都会使冷鲜鸭肉发生品质劣变。

2.4 不同运输振动强度对冷鲜鸭肉品质的影响

公路运输是目前禽肉制品的主要运输方式,其中路况的不尽相同,会导致在运输过程肉制品所受振动频率不同。有研究表明,不同道路等级的振动频率峰值都在2~5 Hz之间^[30,31],本实验设计了3 Hz、4 Hz和5 Hz 3个振动强度以模拟不同的路况,振动强度对鸭肉品质的影响如图5所示。

如图5a所示,振动强度越高,感官评分越低,虽所有实验组均存在汁液流失,但振动强度越高,汁液流失越严重,5 Hz组冷鲜鸭肉在贮藏2d后肉色偏白,且较高的振动强度使其包装盒发生轻微形变,鸭肉在振动的作用下发生位移。由图5b可知,在贮藏2d后,3 Hz组菌落总数显著低于其他各实验组($p<0.05$),5 Hz组菌落总数最高为5.24 lg CFU/g。结果表明,运输振动强加剧导致鸭肉品质不稳定,汁液流失增加,从而促进微生物生长繁殖。



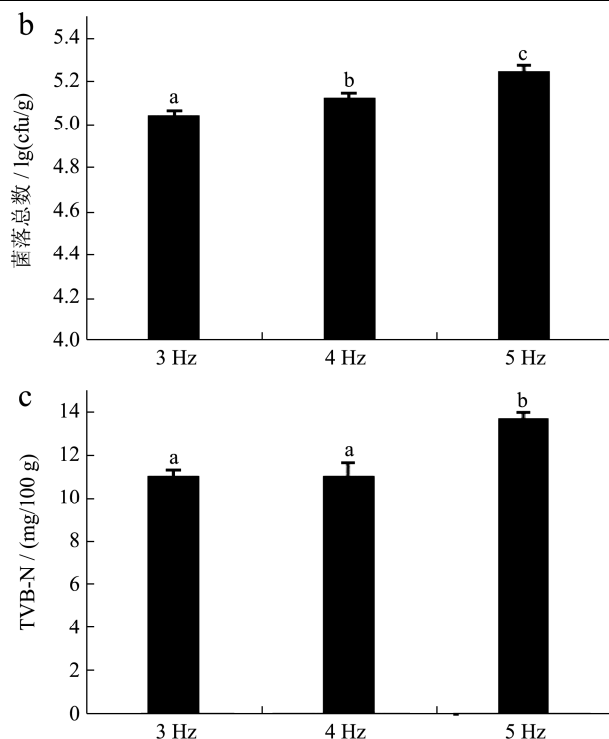


图5 不同振动强度对冷鲜鸭肉品质的影响

Fig.5 Effect of different vibration Intensity on the quality of fresh duck meat

贮运期间冷鲜鸭肉 TVB-N 值的生长趋势如图 5c 所示,5 Hz 组在贮藏 2 d 后的 TVB-N 值为 13.72 mg/100 g,已接近二级鲜度。综合所有指标,在运输途中,道路的情况会影响车辆的振动强度,进而对冷鲜鸭肉品质产生影响,振动强度越大,鸭肉品质下降越快。

3 结论

冷链物流贮运条件对冷鲜鸭肉品质的影响结果表明,气调包装(53% O₂+47% CO₂)的保鲜效果显著($p<0.05$)优于其他两组,此包装方式能较好维持冷鲜鸭肉的鲜度,并有效抑制微生物的生长繁殖和 TVB-N 的增长;运输时间越长,冷鲜鸭肉品质越差,6 h 运输会造成冷鲜鸭肉汁液流失增多,微生物繁殖加快导致 TVB-N 值升高,不利于鸭肉的销售及贮藏;不同运输温度对冷鲜鸭肉的品质有显著影响($p<0.05$),运输温度与冷鲜鸭肉品质呈负相关,且高温运输因其温度波动较大,导致肉制品贮藏环境不稳定,缩短了冷鲜鸭肉的贮藏期;冷链运输过程中振动强度越高,鸭肉品质劣变加快。因此在冷鲜鸭肉运输过程中应采用气调包装的方式,缩短贮运时间,降低运输温度,并减少振动对冷鲜鸭肉的影响,更能有效维持冷鲜鸭肉的品质。

参考文献

- [1] 杨万根,朱鹏霄,李红,等.冷藏过程中冰鲜鸭肉的微生物及品质变化[J].肉类工业,2013,3:21-25
YANG Wan-gen, ZHU Peng-xiao, LI Hong, et al. Microorganism and quality changes of chilled duck meat during cold storage [J]. Meat Industry, 2013, 3: 21-25
- [2] 孙天利,张秀梅,张平,等.冰温结合真空包装处理对牛肉组织结构变化的影响[J].食品科学,2013,34(22):327-331
SUN Tian-li, ZHANG Xiu-mei, ZHANG Ping, et al. The effect of ice temperature combined with vacuum packaging treatment on the changes of beef tissue structure [J]. Food Science, 2013, 34(22): 327-331
- [3] Kurnia Ramadhan, Nurul Huda, Ruzita Ahmad. Effect of number and washing solutions on functional properties of surimi-like material from duck meat [J]. Journal of Food Science and Technology, 2014, 52(2): 256-266
- [4] 王萍萍,潘道东,孙杨赢,等.发酵鸭肉香肠的发酵工艺优化及抗氧化性[J].食品工业科技,2015,36(8):178-182
WANG Ping-ping, PAN Dao-dong, SUN Yang-ying, et al. Fermentation process optimization and antioxidant properties of fermented duck sausage [J]. Food Industry Science and Technology, 2015, 36(8): 178-182
- [5] 王小兰,于海,崔保威,等.传统风鸭中蛋白分解菌株的筛选及对鸭肉香肠品质特性的影响[J].食品科学,2013,3:230-235
WANG Xiao-lan, YU Hai, CUI Bao-wei, et al. Screening of proteolytic strains in traditional duck and its effect on quality characteristics of duck sausage [J]. Food Science, 2013, 3: 230-235
- [6] Phillips C A. Review: modified atmosphere packaging and its effects on the microbiological quality and safety of produce [J]. International Journal of Food Science & Technology, 1996, 31(6): 463-479
- [7] Farber J M. Microbiological aspects of modified-atmosphere packaging technology: a review [J]. Journal of Food Protection, 1991, 54(1): 58-70
- [8] Kader A A, Zagory D, Kerbel E L. Modified atmosphere packaging of fruits and vegetables [J]. Critical Reviews in Food Science and Nutrition, 1989, 28(1): 1-30
- [9] Hur S J, Jin S K, Park J H, et al. Effect of modified atmosphere packaging and vacuum packaging on quality characteristics of low grade beef during cold storage [J]. Asian-Australasian Journal of Animal Sciences, 2013, 26(12): 1781-1789
- [10] Yassoralipour A, Bakar J, Rahman R A, et al. Effects of modified atmosphere packaging on microbiological load and

- physico-chemical properties of barramundi (*Lates calcarifer* Bloch) fillets at 8 °C [J]. *Iranian Journal of Fisheries Sciences*, 2016, 15(1): 457-469
- [11] Kameník J, Saláková A, Pavlík Z, et al. Vacuum skin packaging and its effect on selected properties of beef and pork meat [J]. *European Food Research & Technology*, 2014, 239(3): 395-402
- [12] Calkins C R, Hodgen J M. A fresh look at meat flavor [J]. *Meat Science*, 2007, 77(1): 63-80
- [13] 尹磊,谢晶,张宁,等.不同温度贮藏条件下小黄鱼的品质变化[J].*食品科学*,2015,36(22):227-231
- YIN Lei, XIE Jing, ZHANG Ning, et al. Quality changes of small yellow croaker under different temperature storage conditions [J]. *Food Science*, 2015, 36(22): 227-231
- [14] 张舒翔,康大成,张丽丽,等.运输时间对扬州鹅应激程度和肉品质的影响[J].*食品科学技术学报*,2018,36(6):66-72
- ZHANG Shu-xiang, KANG Da-cheng, ZHANG Li-li, et al. Effects of transportation time on stress and meat quality of Yangzhou goose [J]. *Journal of Food Science and Technology*, 2018, 36(6): 66-72
- [15] GB/T 5009.44-2003 中华人民共和国卫生部.肉与肉制品卫生标准的分析方法[S].
- GB/T 5009.44-2003 Ministry of Health of the People's Republic of China. Method of Analysis for the Hygienic Standards of Meat and Meat Products [S].
- [16] GB 4789.2-2016 国家食品药品监督管理总局食品安全国家标准 食品微生物学检验 菌落总数测定[S]
- GB 4789.2-2016 The State Food and Drug Administration National Food Safety Standard Food Microbiological Inspection Determination of the Total Number of Colonies [S]
- [17] GB2707-2005 中华人民共和国国家技术监督局 鲜(冻)畜肉卫生标准[S]
- GB2707-2005 National Bureau of Technical Supervision of the People's Republic of China, Hygienic Standard for Fresh (Frozen) Livestock Meat [S]
- [18] 杨佳艺.冷鲜兔肉贮藏中微生物与理化性质的变化及其相关性研究[D].重庆:西南大学,2012
- YANG Jia-yi. Study on the changes of microorganisms and physical and chemical properties and their correlations in cold fresh rabbit meat storage [D]. Chongqing: Southwest University, 2012
- [19] 戴璿,梁荣蓉,罗欣,等.不同包装方式对冷鲜猪肉的保鲜效果[J].*食品与发酵工业*,2014,40(6):171-178
- DAI Jin, LIANG Rong-rong, LUO Xin, et al. The fresh-keeping effect of different packaging methods on chilled pork [J]. *Food and Fermentation Industries*, 2014, 40(6): 171-178
- [20] Botta J R, Lauder J T, Jewer M A. Effect of methodology on total volatile basic nitrogen (TVB-N) determination as an index of quality of fresh Atlantic cod (*Gadus morhua*) [J]. *Journal of Food Science*, 1984, 49(3): 734-736
- [21] Hoonsoo Lee, Moon S Kim, Byoung-Kwan Cho, et al. Determination of the total volatile basic nitrogen (TVB-N) content in pork meat using hyperspectral fluorescence imaging [J]. *Sensors and Actuators, B Chemical*, 2018, 259: 532-539
- [22] CAI Jian-rong, CHEN Quan-sheng, WAN Xin-min, et al. Determination of total volatile basic nitrogen (TVB-N) content and warner-bratzler shear force (WBSF) in pork using Fourier transform near infrared (FT-NIR) spectroscopy [J]. *Food Chemistry*, 2011, 126(3): 1354-1360
- [23] Fatih Özoğul, Yeşim Özoğul. Comparison of methods used for determination of total volatile basic nitrogen (TVB-N) in rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) [J]. *Turkish Journal of Zoology*, 2000, 24(1): 113-120
- [24] TANG Xiao-yan, SUN Xiao-hong, WU Vivian C H, et al. Predicting shelf-life of chilled pork sold in China [J]. *Food Control*, 2013, 32(1): 334-340
- [25] Janiszewski P, Borzuta K, Lisiak D, et al. The quality of pork and the shelf life of the chosen carcass elements during storage depending on the method of carcass chilling [J]. *Journal of Food Processing and Preservation*, 2018, 42(1): e13390
- [26] 韩隽帆,李洪军,贺稚非.不同季节运输酱卤类低温肉制品品质变化研究[J].*食品工业科技*,2013,34(10):326-331
- HAN Jun-fan, LI Hong-jun, HE Zhi-fei. Study on the quality changes of low-temperature meat products transported in different seasons [J]. *Food Industry Science and Technology*, 2013, 34(10): 326-331
- [27] 孔萍.调理猪肉复合保鲜技术及其常温物流适应性研究[D].武汉:武汉轻工大学,2016
- KONG Ping. Study on the compound fresh-keeping technology of conditioned pork and its adaptability to normal temperature logistics [D]. Wuhan: Wuhan University of Light Industry, 2016