

冰温贮藏对鸭胸肉品质变化的影响

许立兴¹, 荆红彭¹, 赵 菲¹, 关文强^{1,2,*}, 张德权², 刘 斌³

(1.天津商业大学生物技术与食品科学学院, 天津市食品生物技术重点实验室, 天津 300134;

2.中国农业科学院农产品加工研究所, 北京 100193;

3.天津商业大学机械工程学院, 天津市制冷技术重点实验室, 天津 300134)

摘 要: 将新鲜鸭胸肉分别置于4℃和-1℃环境中贮藏, 定期取样测定其菌落总数、pH值、挥发性盐基氮(total volatile base-nitrogen, TVB-N)值、失水率、感官性状等指标, 研究冷藏和冰温贮藏对鸭胸肉保鲜期的影响, 以期获得最佳保鲜工艺。结果表明, 冰温保鲜能很好控制鸭胸肉的细菌总数和TVB-N值, 延缓pH值升高。冰温贮藏至20 d时, 细菌总数为 1.7×10^5 CFU/g, 在国家标准(不大于 10^6 CFU/g)的范围内, TVB-N值为18.48 mg/100 g, 符合国家二级鲜肉的标准(不大于20 mg/100 g), pH值为6.05, 符合国家一级鲜肉的标准(pH 5.18~6.12)。冰温较冷藏能更好地延缓鸭胸肉的腐败变质, 将保鲜期延长15 d。

关键词: 冰温贮藏; 鸭胸肉; 品质

Quality Properties of Duck Breasts during Ice Temperature Storage

XU Lixing¹, JING Hongpeng¹, ZHAO Fei¹, GUAN Wenqiang^{1,2,*}, ZHANG Dequan², LIU Bin³

(1. Tianjin Key Laboratory of Food Biotechnology, College of Biotechnology and Food Sciences, Tianjin University of Commerce, Tianjin 300134, China; 2. Institute of Agro-products Processing Science and Technology, Chinese Academy of Agricultural Sciences, Beijing 100193, China; 3. Tianjin Key Laboratory of Refrigeration, College of Mechanical Engineering, Tianjin University of Commerce, Tianjin 300134, China)

Abstract: This study aimed to examine the effects of ice-temperature storage on the quality of duck breasts. Fresh duck breasts were stored at 4 and -1℃, respectively. The total bacteria count, pH, total volatile base-nitrogen (TVB-N), water loss rate and sensory parameter of duck breasts were determined during storage to obtain the optimum preservation condition for fresh duck breasts. The results indicated that total bacteria and TVB-N value were well controlled by ice-temperature with a delayed increase of pH value. When the duck breasts was stored at ice temperature for up to 20 days, the total number of bacteria was 1.7×10^5 CFU/g, which was within the range stipulated by the Chinese national standard ($\leq 10^6$ CFU/g). TVB-N value of duck breasts was 18.48 mg/100 g, which met the limit for fresh meat grade two according to the Chinese national standard (≤ 20 mg/100 g). The pH value was 6.05, which met the requirement for fresh meat grade one according to the Chinese national standard (pH 5.18–6.12). This study indicates that ice-temperature can delay the quality deterioration of duck breasts and prolong the storage life by 15 days compared with cold storage.

Key words: ice temperature storage; duck breasts; quality

中图分类号: TS205.7

文献标志码: A

文章编号: 1002-6630(2015)14-0222-06

doi:10.7506/spkx1002-6630-201514043

我国鸭肉产量居于世界首位^[1]。现代研究证明鸭肉属于高蛋白、低胆固醇、低脂肪的健康食品, 鸭肉已由原来消费市场的特色禽肉转变成主体禽肉^[2]。鸭肉在屠宰、运输过程中极易腐败变质, 不能满足现代人对新鲜度和安全性的要求。冷鲜鸭肉安全卫生、肉嫩味美、便于切割, 已赢得越来越多消费者的认可^[3]。冷鲜鸭肉一般在

4℃条件下贮藏, 其货架期短, 品质难以保持^[4-6]。目前屠宰鸭多以冷冻形式贮藏和流通。

冰温贮藏是继冻藏和冷藏之后的第3代贮藏保鲜技术, 其贮藏温度比冷藏更低, 更易保持食品的品质和营养, 近年来已被广泛应用于各类食品中^[7-11]。研究证明, 冰温贮藏可以降低产品的新陈代谢, 在保持食品营养、

收稿日期: 2014-11-25

基金项目: 公益性行业(农业)科研专项(201303083); 天津市高等学校创新团队培养计划项目(TD12-5049)

作者简介: 许立兴(1991—), 女, 硕士, 研究方向为农产品加工与贮藏。E-mail: 963717706@qq.com

*通信作者: 关文强(1974—), 男, 教授, 博士, 研究方向为农产品加工与贮藏。E-mail: gwq18@163.com

味道、颜色、口感等方面作用显著。孙卫青等^[12]对草鱼鱼糜进行冰温贮藏,发现草鱼鱼糜的蒸煮损失率降低,弹性、黏聚性、咀嚼性等方面显著提高。近年来关于鸭肉保鲜技术已经有所研究^[13-14],但关于鸭胸肉冰温保鲜工艺的研究尚不系统。已有的研究多是在0℃以下的某个低温中进行,而不是依据产品本身的冰点来确定最佳的冰温贮藏条件^[14],温度选择和控制在当时,会出现冻结的现象^[15]。本实验在确定实验鸭胸肉冰点的基础上,选择了合适的冰温贮藏温度,以比较冰温和冷藏过程中鸭肉感官品质、理化指标及微生物数量的变化,为提高鸭肉品质、延长鸭肉保鲜期和开发新型鸭肉保鲜方式提供参考。

1 材料与方法

1.1 材料与试剂

选择体质量约3 kg、0.5龄的红嘴鸭,于屠宰后2 h内运输至天津商业大学0℃冰温库,排酸6 h。

1.2 仪器与设备

EL204电子天平 梅特勒-托利多仪器(上海)有限公司; A41-1012-119R.B USA-DBS色差计 美国Hunterlab色差仪有限公司; SY21-Ni恒温水浴锅 北京市长风仪器仪表公司; KDN-2C凯氏定氮仪 上海纤检仪器有限公司; Testo 205便携式pH计 德国仪表有限公司; L93-4温度记录仪 杭州路格科技有限公司; TA-XT plus 12587质构仪 英国Stable Micro System公司。

1.3 方法

1.3.1 冷藏实验设计

测定鸭肉冰点,确定鸭肉冰温贮藏温度。将排酸后的鸭胸肉从冰温库中取出,分割成90 g左右肉块,准确记录质量,装入175 mm×130 mm×0.12 mm规格的聚乙烯自封袋中,轻轻挤出袋内空气,封口,分别放入-1、4℃冰温库中贮藏。4℃条件下鸭胸肉每隔5 d进行感官、微生物和理化指标的测定,-1℃条件下的鸭胸肉每隔10 d进行1次测定,每次指标测定时取3袋样品作为3次重复测定。

1.3.2 冻结方法测定冰点

参考孙天利等^[16]的方法并稍作修改,将温度记录仪探头插入鸭肉中心,设置记录间隔为1 s。待测量的肉放入(-18±1)℃冰箱,用温度记录仪记录鸭肉温度变化。测定3个样品取平均值。

1.3.3 鸭肉感官指标的测定

感官评定小组由10名专业人员组成,参照GB 16869—2005《鲜、冻禽产品》鲜禽产品进行。对-1℃和4℃的鸭胸肉在贮藏过程中的感官品质进行评分。评分标准见表1。

表1 鸭肉感官评分标准
Table 1 Criteria for sensory evaluation of duck breasts

评分	感官指标			
	色泽	气味	弹性	组织状态
10	色泽鲜红,颜色均匀,有光泽	具有鲜鸭肉特有气味,无任何异味	弹性好,指压后凹陷立即恢复	没有出水,表面不发黏
8	色泽较鲜红,颜色均匀,有光泽	具有鸭肉气味,无异味	弹性较好,指压后凹陷可恢复	稍有出水,鸭肉表面不发黏
6	色泽暗红,切面尚有光泽,新切面湿润	香味差或无鲜味	弹性一般,指压后凹陷缓慢恢复	出水比较多,鸭肉表面不发黏
4	色泽较暗红,切面无光泽	有异味,比较明显	无弹性,指压后凹陷不能恢复	出水比较多,鸭肉表面发黏
2	色泽暗褐色,切面呈深灰色	有异味,不可接受	弹性完全丧失,指压后凹陷明显存在	出水比较多,鸭肉表面发黏严重

1.3.4 挥发性盐基氮(total volatile base-nitrogen, TVB-N)值的测定

参考GB/T 5009.44—2003《肉与肉制品卫生标准的分析方法》半微量定氮法。从样品中取10 g肉,放入均质杯,并加入100 mL蒸馏水,安装到均质机(18 000 r/min)上均质35 s。将均质后的肉样倒入离心管,转速3 000 r/min,离心15 min,将离心后的样品,过滤,取滤液5 mL进行TVB-N值的测定。

1.3.5 pH值的测定

参考GB/T 9695.5—2008《肉与肉制品pH测定》。采用pH计,用低浓度肥皂水冲洗探头,再用蒸馏水反复冲洗,擦干,将探头插入待测样中,待仪器稳定之后读出pH值。

1.3.6 色差的测定

将肉样切成3 cm×3 cm×1 cm(长、宽、厚)左右的肉块,用色差仪进行测定。实验采用孔径为2.6 cm的测试镜头。记录L*(亮度)、a*(红度)、b*(黄度)值。

1.3.7 出水率的测定

将鸭胸肉从塑料袋中取出,用滤纸轻轻擦干肉样表面的汁液,称量并与初质量相比较,按下式计算其出水率。

$$\text{出水率}/\% = \frac{\text{肉样贮藏前质量} - \text{肉样贮藏后质量}}{\text{肉样贮藏前质量}} \times 100$$

1.3.8 剪切力的测定

剪切力的测定参照邵磊^[17]在鸡脯肉冰温贮藏性能和贮藏品质动力学研究中的方法并稍做改动。采用质构仪HDO/BS型探头,设置实验参数为:测试速率1.00 mm/s;测前速率10.00 mm/s;深度55.0 mm。将鸭肉切成厚度为0.5 mm,进行测量。

1.3.9 微生物菌落总数的测定

参考GB 4789.2—2010《食品微生物学检验:菌落总数测定》法。从刚采购的生鲜肉中,取18份肉,每份约5 g,装于无菌袋内,并用包装机热封口后存放于不同温度冰温库中贮藏。进行微生物菌落总数的测定时,从冰温库中取出样品,将袋口剪开,按无菌生理盐水体积和

鲜肉质量9:1 (mL/g) 比例加入生理盐水, 用拍打式匀浆机拍打2 min, 每个温度3 次重复。

1.4 数据处理

利用Excel 2003和SPSS 16.0等统计软件对实验数据进行统计分析。并对实验数据进行方差分析, 用Duncan多重比较分析差异的显著性 (取 $\alpha=0.05$)。

2 结果与分析

2.1 鸭胸肉的冻结曲线

鸭肉在 $(-18\pm1)^\circ\text{C}$ 条件下进行冻结, 其中心温度变化如图1所示。

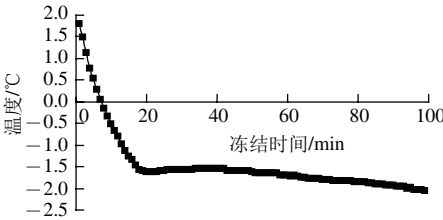


图1 鸭肉的冻结温度曲线
Fig.1 Freezing curve of duck breasts

从图1可以看出, 当冻结时间在20 min时, 鸭胸肉的温度在很小的范围内波动, 此时测得实验中所用鸭胸肉的温度为 -1.5°C , 推断鸭胸肉的冰点在 -1.5°C 左右。这与万金庆等^[18]在禽肉冰温贮藏的实验研究中所测鸭肉 -1.2°C 的冰点相近。继续冻结至94 min后, 温度下降至 -2°C 以下。推断此时鸭胸肉内部已经出现晶体并开始冻结。推测最佳冰温区为 $-2\sim-1^\circ\text{C}$ 。因此实验中选取 -1°C 作为冰温贮藏温度。

2.2 鸭胸肉贮藏过程中感官评分的变化

贮藏期间, 根据色泽、气味、弹性、组织状态等指标对鸭胸肉进行感官评分, 如表2所示。

表2 鸭胸肉贮藏过程中感官指标的变化 ($\bar{x}\pm s$, $n=3$)
Table 2 Changes in sensory evaluation of duck breasts during storage ($\bar{x}\pm s$, $n=3$)

贮藏时间/d	温度/ $^\circ\text{C}$	色泽	气味	弹性	组织状态
0	室温	10.00 ± 0.00^a	10.00 ± 0.00^a	10.00 ± 0.00^a	10.00 ± 0.00^a
5	4	8.67 ± 0.58^b	8.00 ± 0.00^b	8.67 ± 1.55^b	8.67 ± 1.15^b
10	4	4.00 ± 0.00^c	4.00 ± 0.00^c	4.67 ± 0.58^c	4.00 ± 0.00^c
10	-1	6.67 ± 0.58^d	8.00 ± 0.00^b	8.00 ± 0.00^b	8.00 ± 0.00^b
20	-1	6.67 ± 1.15^d	5.33 ± 1.15^d	6.00 ± 0.00^d	6.67 ± 1.15^d
30	-1	4.00 ± 0.00^e	4.67 ± 0.58^{cd}	4.67 ± 0.584^c	4.00 ± 0.00^e

注: 同列肩标不同字母表示差异显著 ($P<0.05$); 相同字母表示差异不显著 ($P>0.05$)。

从表2可以看出, 整个贮藏过程中 4°C 和 -1°C 鸭胸肉的感官评分均随贮藏时间延长而下降, 4°C 鸭胸肉感官评分下降得更快。新鲜的鸭胸肉色泽鲜红, 具有鸭胸

肉特有的香味, 坚实且富有弹性, 纹理清晰。随着贮藏时间的延长, 鸭胸肉的颜色逐渐变暗, 表面逐渐黏稠, 结构松散, 弹性变差且伴有异味。第10天时已经腐败, 而 -1°C 条件下贮藏的鸭胸肉在10 d时仍然能保持较好的新鲜度, 只是色泽略有变暗, 无异味, 有较好的弹性和组织状态。2 组样品都处于有 O_2 的环境下, O_2 可以与Mb结合生成 MbO_2 随着贮藏时间的延长, MbO_2 被氧化成高铁Mb使鸭胸肉的颜色变暗。低温能够抑制Mb的氧化, 因此 -1°C 鸭胸肉的颜色要明显好于冷藏组的色泽。鸭胸肉表面发黏和气味变化与嗜温微生物有关^[19], 低温能够抑制其生长繁殖。

2.3 鸭胸肉贮藏过程中TVB-N值的变化

TVB-N是指动物性食品在贮藏过程中, 由于肌肉中内源酶和细菌的共同作用, 蛋白质分解而产生的氨及胺类等碱性含氮物质^[20]。其含量越高, 腐败味就越浓, 蛋白质的分解变质也越严重。TVB-N已经被世界上大多数国家认定为肉及肉制品腐败变质的有效指标^[21]。

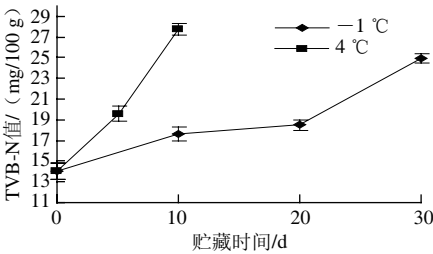


图2 鸭胸肉贮藏过程中TVB-N值的变化
Fig.2 Changes in TVB-N of duck breasts during storage

由图2所示, 随着贮藏时间的延长, 2 组样品TVB-N值逐渐升高。在贮藏时间相同的条件下, 4°C 条件下的鸭胸肉TVB-N值变化最大, 而 -1°C 的鸭胸肉TVB-N值的变化则较为平缓。国标规定, 一级鲜肉不大于 $15\text{ mg}/100\text{ g}$, 二级鲜肉不大于 $20\text{ mg}/100\text{ g}$, 变质肉不小于 $20\text{ mg}/100\text{ g}$ 。10 d时, 4°C 的鸭胸肉TVB-N值为 $27.72\text{ mg}/100\text{ g}$, 属于变质肉, 且出现明显的感官腐败。而 -1°C 条件下TVB-N值为 $17.64\text{ mg}/100\text{ g}$, 属于二级鲜肉。20 d时, -1°C 的鸭胸肉TVB-N值为 $18.48\text{ mg}/100\text{ g}$, 属于二级鲜肉, 且感官上没有出现明显的腐败变质现象。周梁等^[15]研究了猪肉冰温贮藏过程中的品质变化与机理, 对猪肉贮藏过程TVB-N值进行了测定发现, 4°C 贮藏条件下冰鲜肉的TVB-N值迅速增长, 第7天时达到了 $20\text{ mg}/100\text{ g}$, 第13天达到 $26\text{ mg}/100\text{ g}$, 已达到变质肉的限量值。而各冰温处理组第21天时, TVB-N值 $15\text{ mg}/100\text{ g}$, 从而表明冰温保鲜处理的鲜肉有非常好的贮藏性能, 此发现与本研究结果相似。

2.4 鸭胸肉贮藏过程中pH值的变化

动物肌肉pH值一般呈中性,但宰后由于氧气供应中断,肌糖原进行无氧酵解,在糖酵解酶的作用下,使肉的pH值下降^[22]。贮藏后期,蛋白质在细菌酶的作用下分解为氨和胺类碱性物质,使pH值逐渐升高^[23]。

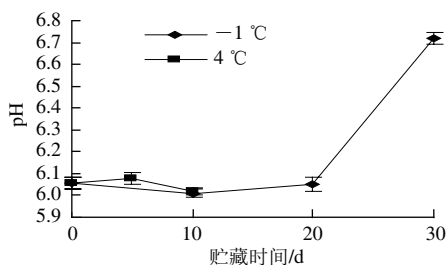


图3 鸭胸肉贮藏过程中pH值的变化

Fig.3 Changes in pH value of duck breasts during storage

如图3所示,在0~10 d内, -1℃贮藏条件下的鸭胸肉pH值一直低于4℃条件下的pH值。4℃的鸭胸肉pH值并无降低现象,可能是因为贮藏温度高,肉的代谢快,从而错过了pH值降低点。在贮藏后期4℃鸭胸肉的pH值呈下降趋势,有可能是因为在某些微生物的作用下产生了酸性物质,从而使pH值降低。根据GB/T 9695.5—2008肉类新鲜度pH值指标的参考值为:新鲜肉pH 5.18~6.12,次鲜肉pH 6.3~6.6,变质肉pH 6.7以上。2组样品在贮藏末期仍符合次鲜肉的标准,但是2个样品在贮藏末期从感官品质来看都已经明显失去商品价值,因此单从pH值指标来评定肉制品的新鲜度是不可行的。这与陈秦怡等^[14]在冷藏与冰温贮藏鸭胸肉的实验比较的研究结果相符。

2.5 鸭胸肉贮藏过程中色泽的变化

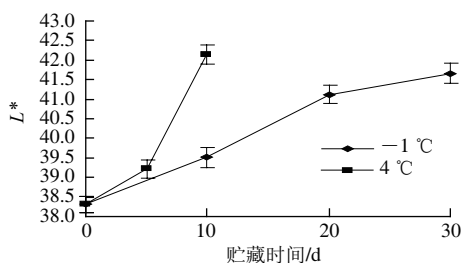


图4 鸭胸肉贮藏过程中L*值的变化

Fig.4 Changes in L* value of duck breasts during storage

如图4所示,随着贮藏时间的延长,鸭胸肉的L*值逐渐变大,颜色逐渐变浅,肉的鲜红色逐渐变淡。在贮藏时间相同的条件下,与贮藏在4℃的鸭胸肉相比,贮藏在-1℃的鸭胸肉的L*值比较小,变化比较小。在第10天时, -1℃鸭胸肉的L*值将近为4℃鸭胸肉的1.07倍,在第30天时-1℃贮藏条件下的L*值仍小于4℃条件下贮藏10 d的鸭胸肉的L*值。

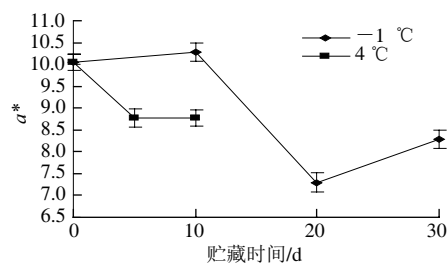


图5 鸭胸肉贮藏过程中a*值的变化

Fig.5 Changes in a* value of duck breasts during storage

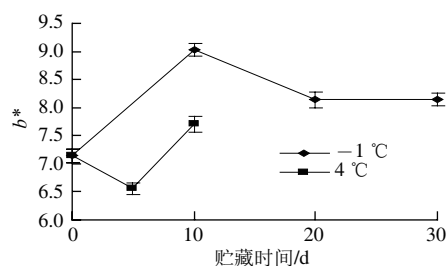


图6 鸭胸肉贮藏过程中b*值的变化

Fig.6 Changes in b* value of duck breasts during storage

如图5所示,随着贮藏时间的延长,鸭胸肉的a*值先变大后变小。前期a*值增大的原因是包装袋中残留的氧气和肉中的肌红蛋白结合生成了不稳定的氧合肌红蛋白,使肉呈现鲜红色;后期由于肉类的脂肪氧化,产生一些自由基,这些自由基又将肌红蛋白的血红素辅基中心的Fe²⁺氧化成Fe³⁺,同时, Fe³⁺又是脂肪氧化的催化剂。此外,脂肪氧化产生的自由基还会破坏高铁肌红蛋白还原酶。使高铁肌红蛋白还原酶逐渐被破坏,高铁肌红蛋白不能及时被还原,从而使高铁肌红蛋白增多,使肌肉从鲜红色变为褐色,从而使a*值变小。后期值再次呈增大的趋势原因是肉中某些乳酸菌及其他微生物的作用下转化高铁肌红蛋白产生具有红色泽的肌红蛋白衍生物,也有可能是因为包装袋内氧气含量过低,所以鸭胸肉中的肌红蛋白几乎没有机会与氧气反应生成氧合肌红蛋白,而是逐渐形成高铁肌红蛋白^[24]。4℃条件a*值无增大的原因是生成氧合肌红蛋白的时间在5 d以内而未被测定出来,故呈现直接减小的趋势。在保鲜第10天时, -1℃、4℃鸭胸肉的a*值分别为10.29和8.77。其中, -1℃鸭胸肉的a*值最大,高铁肌红蛋白含量最少,色泽鲜红。鸭胸肉贮藏过程中b*值变化趋势和a*值变化趋势类似(图6)。

2.6 鸭胸肉贮藏过程中出水率的变化

在贮藏的过程中,鸭胸肉的肌肉组织内在的生理生化反应,将会导致肉的肌肉纤维蛋白的持水性逐渐降低,同时会发生不同程度的汁液流失,不仅会损耗和流失其中的营养成分,而且会降低肉的口感。

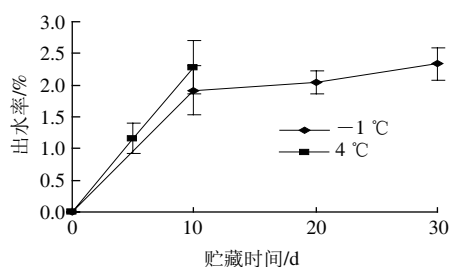


图7 鸭胸肉贮藏过程中出水率的变化

Fig.7 Changes in water loss rate of duck breasts during storage

如图7所示,随着贮藏时间的延长,鸭胸肉的出水率逐渐升高。4℃与-1℃贮藏条件下的鸭胸肉相比出水率变化较大,而-1℃的鸭胸肉出水率则变化的相对比较平稳。在第10天时,4℃贮藏条件下鸭胸肉的出水率为2.28%, -1℃条件下贮藏的鸭胸肉出水率为1.92%, 4℃贮藏的鸭胸肉出水率明显高于-1℃贮藏的鸭胸肉。-1℃贮藏30 d的鸭胸肉出水率为2.33%,明显低于4℃贮藏条件下10 d的出水率。因此冰温贮藏可以有效抑制鸭胸肉内部发生的生理生化反应降低出水率。这与谢华等^[25]在里脊肉汁液流失控制技术研究的結果相符。

2.7 鸭胸肉贮藏过程中剪切力的变化

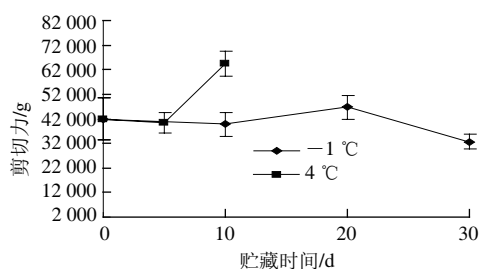


图8 鸭胸肉贮藏过程中剪切力的变化

Fig.8 Changes in shearing force of duck breasts during storage

剪切力在一定程度上反映了肌肉中肌原纤维、结缔组织记忆肌肉脂肪的含量、分布和组织结构的状态。正常肉剪切力与嫩度呈反比^[17]。从图8可以看出, 4℃的鸭胸肉在贮藏期内, 剪切力出现了一个先下降后上升的过程。剪切力值由最初的41 962.8 g下降至40 425.2 g, 随着贮藏期的延长, 剪切力上升, 即嫩度出现下降。-1℃贮藏条件下的鸭胸肉20 d内与4℃贮藏的鸭胸肉变化规律相似, 20 d后逐渐下降。前期剪切力上升的原因可能是, 肉解僵后肉质变软, 之后随着贮藏时间的延长, 样品的新鲜度下降, 保水性变差, 导致鸭胸肉的硬度上升^[15]。贮藏末期, 剪切力再次下降, 其主要原因可能是由于在这个阶段, 鸭胸肉经过了自身的成熟过程, 成熟中构成肌原纤维的肌动蛋白被分离, 包围在每个肌原纤维周围的肌质网状结构崩溃, 可溶性的肌浆蛋白大部分被分解, 而且放出钙离子, 吸收钾离子^[26]。所以成熟期间肌肉蛋

白质的保水性提高, 肉的嫩度增加。而4℃处理组无下降的原因可能为贮藏期较短而未被检测出。岳喜庆等^[27]研究了冰温结合真空包装牛肉的品质变化, 对牛肉贮藏过程中剪切力值进行了研究, 发现剪切力的变化趋势为先增大后减小, 与本实验结果相符。

2.8 鸭胸肉贮藏过程中微生物数量的变化

细菌菌落总数是国家卫生标准中常用来评定食品卫生质量的标准, 菌落总数可以反映肉制品的新鲜度。鸭胸肉贮藏过程中细菌菌落总数的变化如表3所示。

表3 不同贮藏温度条件下鸭胸肉中微生物菌落总数的变化
Table 3 Changes in total bacterial count at difference storage temperatures

温度/℃	贮藏时间/d				
	0	5	10	20	30
4	1.2×10^3	5.5×10^5	2.4×10^7		
-1	1.2×10^3		6.0×10^3	1.7×10^5	2.3×10^7

由表3所示, 随着贮藏时间的延长, 2组鸭胸肉的菌落总数呈上升趋势。其中菌落总数增加最快的为4℃贮藏组。4℃的鸭胸肉10 d达到 2.4×10^7 CFU/g, 已经超过了GB 16869—2005所规定的 10^6 CFU/g。而-1℃的鸭胸肉细菌总数增长相对缓慢, 30 d时鸭胸肉才变质。从结果可以看出, 冰温(-1℃)能够明显抑制微生物的生长繁殖。

3 结论

在不同贮藏温度条件下, 随着贮藏时间的延长, 鸭胸肉的细菌总数、pH值、失水率、剪切力、TVB-N值总体呈上升趋势, 其L*值逐渐增大, a*值和b*值先增大后减小, 感官品质随贮藏时间的延长逐渐降低, 色泽由鲜红色变为暗红色, 气味由正常味变为酸败、异臭味。鸭胸肉的保鲜期在4℃条件下为5 d, 而-1℃条件下可达20 d, 且菌落总数为 1.7×10^5 CFU/g, TVB-N值为18.48 mg/100 g, 属于二级鲜肉; pH值为6.05, 属于一级鲜肉。冰温贮藏可使鸭肉保持较好的色泽、感官品质和较低的出水率, 使保鲜期延长15 d左右, 是适宜的鸭肉保鲜方式。

参考文献:

- [1] 沈广, 宫桂芬, 吕淑艳, 等. 我国水禽业生产状况及发展趋势[J]. 水禽世界, 2011(5): 7-1.
- [2] 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.
- [3] 蒋爱民, 南庆贤. 畜产食品工艺学[M]. 2版. 北京: 中国农业出版社, 2008.
- [4] 李建雄, 谢晶, 潘迎捷. 冰温对猪肉的新鲜度和品质的影响[J]. 食品工业科技, 2009, 30(9): 67-70.
- [5] DUUN A S, RUSTAD T. Quality changes during superchilled storage

- of cod (*Gadus morhua*) fillets[J]. Food Chemistry, 2007, 105(3): 1067-1075.
- [6] GALLART-JORNET L, RUSTAD T, BARAT J M, et al. Effect of superchilled storage on the freshness and salting behaviour of Atlantic salmon (*Salmo salar*) fillets[J]. Food Chemistry, 2007, 103(4): 1268-1281.
- [7] HONIKEL K O, RONCALS P, HAMM R. The influence of temperature on shortening and rigor onset in beef muscle[J]. Meat Science, 1983, 8(3): 221-241.
- [8] 郇延军, 陶谦. 巨峰葡萄的冰温高湿保鲜及出库[J]. 无锡轻工大学学报: 食品与生物技术, 2000, 19(1): 26-29.
- [9] 付坦, 鲁晓翔, 李江阔, 等. 冬枣冰温贮藏工艺研究[J]. 食品与机械, 2012, 28(5): 176-180.
- [10] 罗爱平, 朱秋劲, 郑虹, 等. 综合保鲜技术对冷却牛肉的保质研究[J]. 食品科学, 2004, 25(2): 174-179.
- [11] LI Kaifeng, BAO Yulong, LUO Yongkang, et al. Formation of biogenic amines in crucian carp (*Carassius auratus*) during storage in ice and at 4 °C[J]. Journal of Food Protection, 2012, 75(12): 2228-2233.
- [12] 孙卫青, 吴晓, 杨华, 等. 冰温贮藏对草鱼鱼糜脂肪氧化和质构变化的效应[J]. 湖北农业科学, 2013(4): 913-916.
- [13] 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.
- [14] 陈秦怡, 万金庆, 王国强. 冷藏与冰温贮藏鸭肉的实验比较[J]. 食品工业科技, 2008, 29(6): 271-273.
- [15] 周梁, 卢艳, 周俭, 等. 猪肉冰温贮藏过程中的品质变化与机理研究[J]. 现代食品科技, 2011, 27(11): 1296-1302.
- [16] 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. doi: 10.7506/spkx1002-6630-201322066.
- [17] 邵磊. 鸡脯肉冰温贮藏性能和贮藏品质动力学研究[D]. 合肥: 安徽农业大学, 2011: 1-59.
- [18] 万金庆, 姜长红, 陈秦怡, 等. 禽肉冰温贮藏的实验研究[C]//第3届中国食品冷藏链新设备, 新技术论坛论文集, 2007.
- [19] 姜长红, 万金庆, 王国强. 冰温贮藏鸡肉的试验研究[J]. 食品与机械, 2008(1): 63-66.
- [20] 智玲玲, 张钦发. 包装猪肉贮藏过程中品质变化分析[J]. 食品工业, 2012, 33(5): 83-85.
- [21] 王长远, 马万龙, 姜昱男. 猪肉新鲜度的检测及肉质综合评定[J]. 农产品加工: 学刊, 2007(10): 75-77.
- [22] 周光宏. 肉品学[M]. 北京: 中国农业科技出版社, 1999.
- [23] 袁先群, 贺稚非, 李洪军, 等. 不同贮藏温度托盘包装冷鲜猪肉的品质变化[J]. 食品科学, 2012, 33(6): 264-268.
- [24] 吕峰, 林勇毅, 宋丽君, 等. 牛肉冰温气调保鲜技术的研究[J]. 江西食品工业, 2009, 30(4): 15-18.
- [25] 谢华, 张志伟, 尤文辉, 等. 里脊肉汁液流失控制技术研究[J]. 肉类研究, 2005, 19(4): 38-39.
- [26] 张瑞宇. 生鲜食品低温域贮藏及其低温效应[J]. 保鲜与加工, 2005(1): 15-18.
- [27] 岳喜庆, 张秀梅, 孙天利, 等. 冰温结合真空包装牛肉的品质变化[J]. 食品与发酵工业, 2013, 39(6): 225-229.