

冷却方式对黄羽肉鸡胴体僵直进程与品质的影响

郑华¹, 梁颖思¹, 林捷^{1,2}, 黄中秋¹, 许思凤³

(1. 华南农业大学食品学院, 广东广州 510642) (2. 华南家禽疫病防控与产品安全协同创新中心, 广东广州 510642) (3. 广州市江丰实业股份有限公司, 广东广州 510450)

摘要:以黄羽肉鸡为研究对象, 探讨宰后肉鸡胴体自来水降温至 25 °C、冰水浸泡冷却及冰水浸泡结合低温冷风的混合冷却对肉鸡僵直进程和鸡肉品质的影响。结果表明: 鲜光鸡肌糖原酵解产生乳酸的速度较快, 导致肉的 pH 值快速降低, 4 h 左右即进入僵直期。冰鲜鸡在 4 °C 下储藏, 低温减缓了肌糖原酵解产生乳酸及 pH 值降低的速度, 低温对延缓肉鸡进入僵直期有明显效果。鲜光鸡弹性的降速及降幅显著大于 ($p < 0.05$) 冰鲜鸡; 混合冷却在储藏后期, 弹性略优于 ($p > 0.05$) 冰水直接冷却。在储藏过程中, 胸肉的剪切力下降的速率和幅度明显高于腿肉, 特别是鲜光鸡胸肉由 0 h 的 $59.55 \pm 2.71 \text{ N/mm}^2$ 降至 4 h 的 $36.73 \pm 1.61 \text{ N/mm}^2$, 腿肉的剪切力变化相对较小。鲜光鸡胸肉及腿肉中可溶性蛋白含量显著高于 ($p < 0.05$) 冰鲜鸡样品, 混合冷却略高于水冷样品。因此, 冰水浸泡冷却是导致鸡肉中可溶性蛋白损失和冰鲜鸡滋味逊于鲜光鸡的主要原因。

关键词: 冷却方式; 黄羽肉鸡; 僵直; 可溶性蛋白; 蒸煮损失率

文章编号: 1673-9078(2017)6-228-233

DOI: 10.13982/j.mfst.1673-9078.2017.6.034

Effects of Chilling Methods on the Process of Rigor Mortis and Quality of Yellow-feather Chicken

ZHENG Hua¹, LIANG Ying-si¹, LIN Jie^{1,2}, HUANG Zhong-qiu¹, XU Si-feng³

(1. College of Food Science, South China Agricultural University, Guangzhou 510642, China)

(2. South China Poultry Disease Control and Product Safety Collaborative Innovation Center, Guangzhou 510642, China)

(3. Guangzhou Kwangfeng Industrial Co. Ltd, Guangzhou 510450, China)

Abstract: The effect of three chilling methods on the development of rigor mortis and meat quality in yellow-feather chicken carcasses was examined. The rate of lactic acid production by the muscles of non-chilled chicken carcasses was higher, which led to a rapid decrease in the pH of the chicken meat, and onset of rigor mortis around 4 hours later. At a low temperature (4 °C), the delay in the onset of rigor mortis was obviously confirmed by the decrease in the rate of lactic acid production in chicken muscles and pH. The rate and magnitude of elasticity of the non-chilled chicken carcasses were much higher ($p < 0.05$) than those of the chilled chicken carcasses. At a later stage of storage, combined chilling showed a slight increase in the elasticity of the chicken carcasses ($p > 0.05$) than iced-water chilling. During the storage, the decreasing rate and amplitude magnitude of shear force of the breast meat were much higher than those of the legs. Especially, the shear force of the non-chilled chicken breast dropped down from $59.55 \pm 2.71 \text{ N/mm}^2$ to $36.73 \pm 1.61 \text{ N/mm}^2$ within 4 hours. Meanwhile, there was no obvious change in the shear force of the legs. The content of soluble proteins in the non-chilled chicken breast and legs was obviously higher ($p < 0.05$) than that of the non-chilled chicken carcass sample, and the soluble protein content of chicken carcasses subjected to combined chilling was slightly higher than that of water-cooled chicken carcasses. Thus, the main iced-water soaking method was considered as the reason for the loss of the soluble protein and flavor of non-chilled chicken.

Key words: chilling methods; yellow-feather chicken; rigor; soluble protein; cooking loss

黄羽肉鸡是我国南方所用的配套系, 一般是引进隐性白羽鸡为母本配以自己培育的黄羽鸡为父本, 商
收稿日期: 2016-08-24

基金项目: 广州产学研协同创新重大专项 (201508020019); 国家大学生创新创业训练计划 (201510564171)

作者简介: 郑华 (1966-), 男, 副教授, 研究方向: 畜产品加工与质量控制方向

品鸡具有明显的三黄鸡特征^[1]。“江村黄”是广州配套系的主要代表, 具有风味鲜美, 肉质细嫩滑软、皮薄、肌间脂肪适量和味香诱人等特点。近年来, 国内频发的禽流感疫情严重危害着我国的公共卫生安全, 各省区先后出台了相应的活禽管理规范或指南, 以确保公共卫生安全。广东省于 2014 年 12 月推出广东省地方标准《活禽市场建设指南》(DB44/T 1463-014), 以推

进家禽的“集中屠宰、生鲜上市、冷链运输”，《指南》中允许在活禽批发市场设置代宰点，为市场提供鲜光鸡。冰鲜鸡是指净膛后快速冷却，并在4℃下保藏的肉鸡胴体。新鲜屠宰的肉鸡平均温度在37℃左右，为避免微生物的滋生，胴体必须尽快降至7℃以下(GB/T 20551-2006)^[2]；我国无公害农产品标准推荐，家禽胴体宜采用冰水冷却(NY/T 2798.12-2015)。冰水冷却效率高，国内多采用冰水冷却的方式对宰后家禽胴体进行降温。风冷降温存在速度慢、胴体失重大，表皮干燥不美观等缺点。冯宪超^[3]研究显示，水冷生鲜鸡肉在质构和外观方面优于风冷。与冰鲜鸡不同，鲜光鸡是指宰杀、净膛后，以自来水清洗表皮及内脏后，在常温下贮藏和销售的肉鸡胴体。与鲜光鸡相比，冰鲜鸡具有更高的食品安全性。但由于饮食习惯的影响，以及冰鲜鸡由于加工储藏时间相对较长，对鸡肉的品质会有一定的影响。对于“无鸡不成宴”、“食为鲜”的广东消费者而言，冰鲜鸡的接受程度远远低于鲜光鸡。

本论文以鲜光鸡为对照，结合冰水冷却和风冷却的各自优点，比较冰水冷却、水冷与风冷混合冷却方式对黄羽肉鸡胴体品质的影响，为优化肉鸡屠宰胴体冷却工艺提供参考，期望提高和改善冰鲜黄羽肉鸡品质。

1 材料与方法

1.1 实验材料与处理

1.1.1 实验材料

实验材料：三黄鸡(母)：JR-2型，80日龄，体重1500±100g，由广州市江丰实业股份有限公司提供。糖原和乳酸试剂盒采用南京建成生物工程研究所。其他试剂均为分析纯。

1.1.2 实验处理

常温处理(鲜光鸡)：将宰杀、热烫、脱毛、掏内脏、冲洗，自来水加少量冰浸泡降温至25℃，捞出沥水，该过程约15min，置于常温(25℃)贮藏。开始测定各项指标。

冰水浸泡冷却处理(冰鲜鸡)：将宰杀、热烫、脱毛、掏内脏、冲洗后的肉鸡胴体浸泡在0~4℃的冰水混合液中，直至肉鸡胴体中心温度降至8℃，开始测定pH值，再置于4℃贮藏(工艺指标参照NY/T 1340-2007)，该过程约45min。

冰水浸泡-低温冷风混合冷却处理(冰鲜鸡)：将宰杀、热烫、脱毛、掏内脏、冲洗后的肉鸡胴体浸泡在0~4℃的冰水混合液中，冷却至肉鸡胴体中心温度

达20℃(约20min)，再以-1℃、1.5m/s(湿度85~95%RH)的冷风将肉鸡胴体中心温度降至8℃，该过程约45min。置于4℃贮藏(冷却工艺参数由广州市江丰实业股份有限公司提供)，并测定各项指标。

1.2 主要仪器设备与试剂

仪器设备：Enspire Xenon Light Module型多功能酶标仪，美国PE(Perkin Elmer)公司；Testo 205型便携式pH计，德国Testo公司；TGL-16gR型台式高速冷冻离心机，上海安亭科学仪器；UV-1240型紫外可见分光光度计，日本岛津有限公司；AR-t108型食品温度计，德图仪表(深圳)有限公司；NR20XE型三恩驰色差计，深圳三恩驰科技有限公司；EZ-LX HS型物性测试仪，日本岛津有限公司。

试剂：鸡促肾上腺皮质激素(ACTH)、鸡皮质酮激素(CORT)测定用酶联免疫双抗夹心试剂盒，肌糖原和乳酸ELISA测定试剂盒均购自南京建成生物工程研究所。

1.3 实验方法

1.3.1 pH值测定

采用Testo 205型手持式pH计，校准后将温度和pH计探头同时分别插入鸡腿和鸡胸肉(深度4~5mm)至读数稳定即可。每隔2h测定一次。

1.3.2 肌糖原含量和乳酸含量测定

肌糖原含量和乳酸含量，采用南京建成生物工程研究所的肌糖原和乳酸测定试剂盒测定，方法参照试剂盒说明书。每隔2h测定一次。

1.3.3 肉的质构特性测定

参照Li C.B等^[4]方法，采用物性测试仪(岛津EZ-LX HS型)进行测定，程序选用TPA(hold until time)程序模块。仪器参数：P50探头；测试前速度：2mm/s；测试后速度：2mm/s；测试速度1mm/s；压缩测试距离：2mm；压缩测试时间7s；感应力：0.02N；获取点速率：0.10pps。鸡肉切成2×2×0.5cm³置于探头正下方，测定弹性和剪切力。每隔2h测定一次。

1.3.4 鸡肉可溶性蛋白含量测定

参照Joo等^[5]方法，取宰后1h的鸡胸肉和鸡腿肉各1g，剪碎，加入30mL预冷的0.025mol/L磷酸钾缓冲液(pH值7.2)。对样品进行浸提30min，然后在4℃下，4000r/p离心10min，取上清液，由双缩脲的方法测定其中的蛋白质浓度(mg/g)。

1.3.5 肉的蒸煮损失率测定

参照徐国波等^[6]方法，在宰后0、2、4、6、8h，分别取规格相近的鸡胸肉和鸡腿肉，称重(W₁)，然后

密封在塑料袋中, 80 °C水浴, 当肉样中心温度达到75 °C时, 取出用吸水纸吸干水分, 冷却至室温, 然后再次称重(W_2)。

$$\text{蒸煮损失率}(\%) = (W_1 - W_2) / W_1 \times 100\%$$

1.3.6 数据处理与统计分析

采用 SPSS 19.0 对试验数据进行统计分析, $n=5$, 差异显著水平取 ($p<0.05$)。

2 结果与讨论

2.1 冷却方式对肉鸡胴体 pH 值的影响

将宰杀后的肉鸡胴体降温至 25 °C, 或 8 °C 即测定 pH 值, 之后每隔 2 h 测定一次, 结果如图 1。

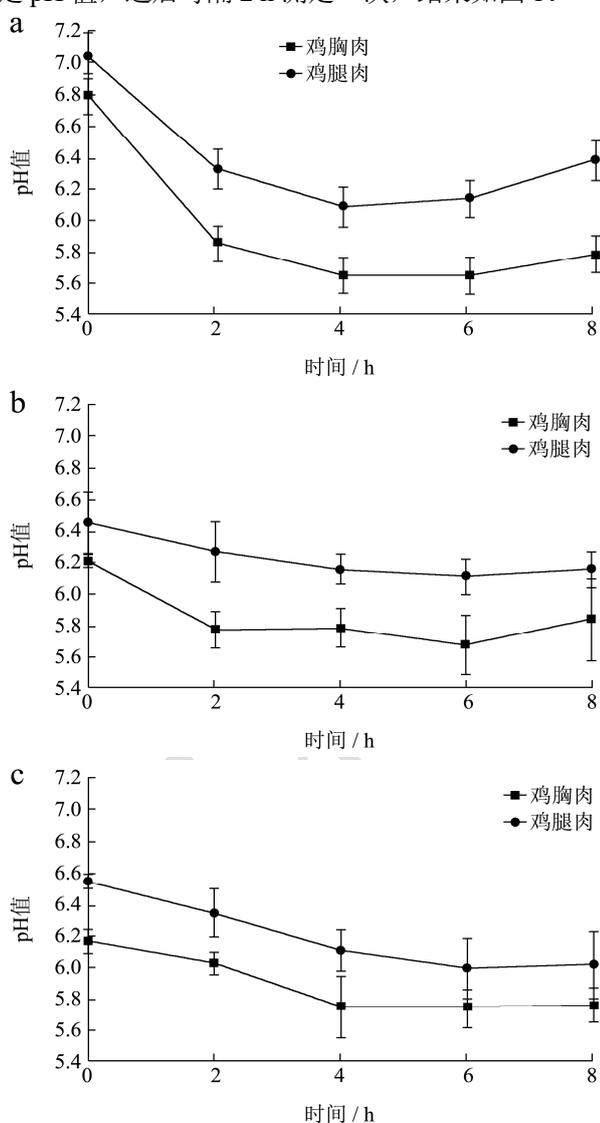


图 1 冷却处理方式对肉鸡胴体 pH 值的影响

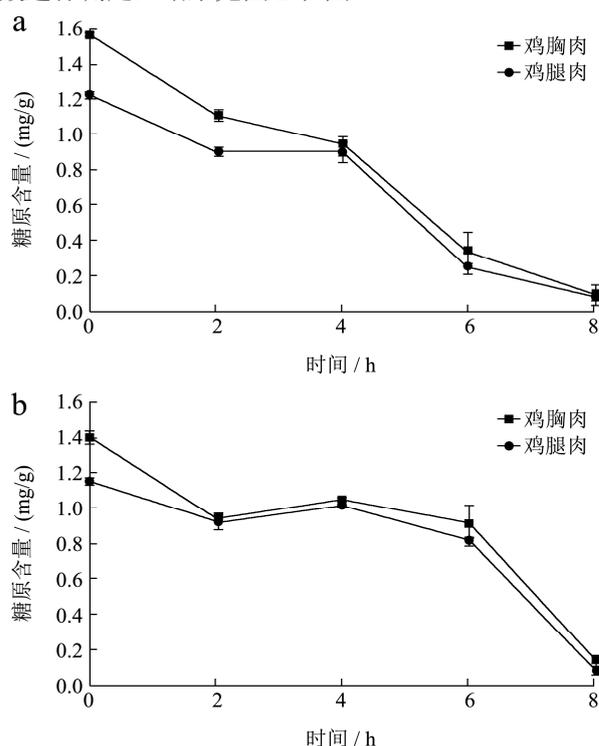
Fig.1 Effect of the chilling methods on the pH of the chicken carcasses

图 1 数据显示, 鸡腿肉与鸡胸肉的起始 pH 值存在约 0.2 的差值, 鸡腿肉高于鸡胸肉。由于屠宰后冷

却处理的方式使肉鸡胴体达到所需温度 (分别是 25 °C 和 4 °C) 的时间不同, 时间差约为 30 min, 导致了图 1 中 a 与 b、c 的起始 pH 值存在显著差异 ($p<0.05$), 这说明在采用冰水或冰水-冷风混合冷却过程中, 肉鸡的 pH 值下降较为迅速。由于实验未采用放血后作为 pH 值的始点, 影响了准确分析冷却方式对胴体 pH 值变化的影响。宰后 25 °C 下贮藏, 肉鸡的 pH 值在 4 h 时即达到最低值, 而其余两种冷却方式处理的肉鸡在 4 °C 贮藏, pH 值均在第 6 h 时降至最低值, 二者差异不显著, 结果表明, 低温贮藏对抑制鸡肉 pH 值的降低有明显的效果。宰后肌肉 pH 值的变化除受到肌糖原、乳酸等影响外, 还受到诸如 AMP-激活蛋白激酶 (AMPK)、组织蛋白酶等相关代谢酶的调控和外界微生物的影响, 导致 pH 值变化幅度较大, 而且 pH 值达到最低值之后, 均有一个 pH 值的回升区, 其与糖酵解酶受乳酸抑制有直接关系, 是组织蛋白酶活性升高产生的结果^[7]。鲜光鸡 (25 °C 贮藏) 在 4 h 时 pH 值最低, 6 h 后略有回升, 结果与何淑清^[12]研究的林甸鸡和 AA 鸡均在宰后 6 h 达到了僵直高峰结果相吻合。宰后肉中 pH 值的变化其实是在无氧条件下, 肌糖元在糖原酵解酶作用下产生乳酸导致的, 高温可加速糖酵解进程, 可见快速的冷却延缓肉鸡进入僵直期的有效方法。

2.2 冷却方式对鸡肉中肌糖原和乳酸的影响

采用试剂盒方法对鸡胸肉和鸡腿肉肌内糖原和乳酸进行测定, 结果见图 2 和图 3。



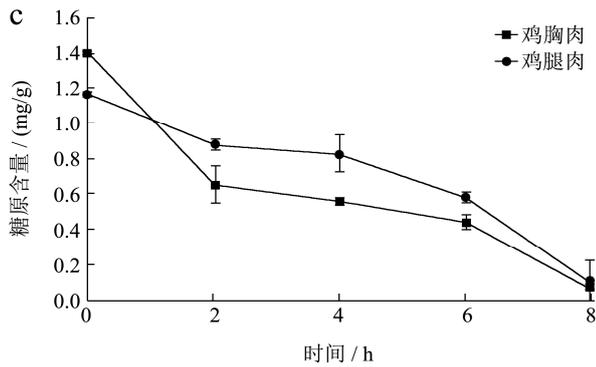


图2 冷却方式对鸡肉中肌糖原含量的影响

Fig.2 Effect of the chilling methods on muscle glycogen content of the chicken carcasses

图2结果显示,肉鸡屠宰后迅速降温至25℃,鸡胸肉、鸡腿肉中糖原含量分别为1.57和1.23 mg/g蛋白质,而水冷却及水风混合冷却完成冷却时的鸡胸肉、鸡腿肉中糖原含量均为1.40和1.16 mg/g蛋白质,图2a与图2b和c中的起始肌糖原含量存在明显差异,其原因是后两种冷却方式降温较慢,时差约为30 min,该时段部分肌糖原降解所导致的。随着宰后储藏时间的延长,肌糖原含量呈现逐渐降低,这与前人研究结果相一致^[7~12]。图2结果显示,在储藏至8 h时,肉中的肌糖原均下降至0.10 mg/g左右,冰鲜鸡肌内糖原在6 h前下降速率显著低于($p < 0.05$)鲜光鸡,与pH值变化规律一致,表明低温有助于降低鸡肉宰后糖酵解速率,延缓僵直进程。

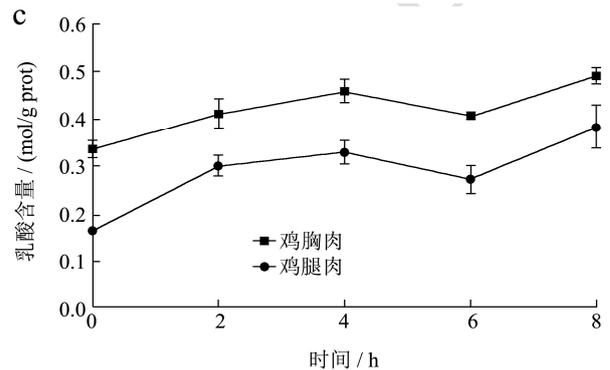
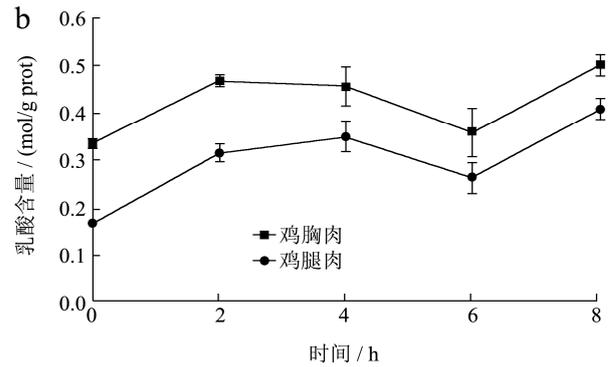
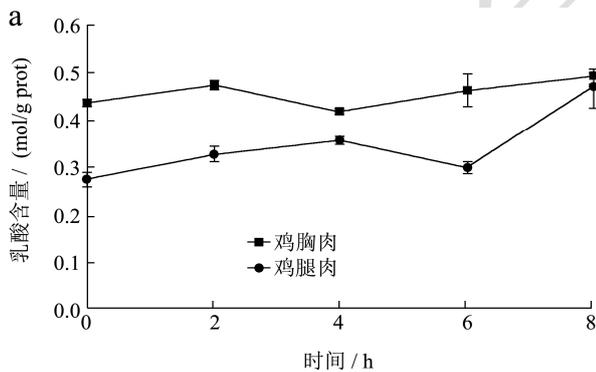


图3 冷却方式对鸡肉中乳酸含量的影响

Fig.3 Effect of the chilling methods on lactic acid content of the chicken carcasses

图3结果显示,在屠宰后的一段时间内,肌肉中的乳酸含量呈增加趋势,但在某一时段(6h左右)出现降低,随后上升,与前人研究结果不尽相同^[9~11],前人论文显示动物屠宰后,随着肌肉中糖原酵解生成乳酸,使其含量持续增加。而图3结果却显示在6h时乳酸含量出现较大的减少,这一波动,与蒋源^[7]和朱学伸^[8]结果一致。动物死后,肌肉内糖酵解产生乳酸,而ATP产生急速减少,没有足够的ATP供给而使肌浆网渗漏甚至破裂,导致大量Ca²⁺释放至肌肉中, Ca²⁺与乳酸结合形成乳酸钙而降低了乳酸含量,揭示此时肌肉进入僵直急速形成期^[14,15]。8h时乳酸含量再次升高,说明僵直完全形成,进入僵直后期。

2.3 冷却方式对鸡肉质构特性的影响

表1 冷却方式对鸡肉弹性(GPa)的影响

Table 1 Effect of chilling methods on the elasticity (GPa) of the chicken carcasses

时间/h	宰后 25℃贮藏		冰水冷却 4℃贮藏		冰水-冷风冷却 4℃贮藏	
	鸡胸肉	鸡腿肉	鸡胸肉	鸡腿肉	鸡胸肉	鸡腿肉
0	0.76±0.11 ^{Ba}	0.81±0.03 ^{Ba}	0.75±0.04 ^{Ca}	0.80±0.01 ^{Ca}	0.79±0.09 ^{Ca}	0.83±0.05 ^{Ca}
2	0.84±0.03 ^{Aa}	0.85±0.01 ^{Aa}	0.86±0.04 ^{Aa}	0.88±0.03 ^{Aa}	0.83±0.05 ^{Ba}	0.88±0.05 ^{Ba}
4	0.84±0.07 ^{Aa}	0.87±0.02 ^{Aa}	0.82±0.07 ^{Ba}	0.89±0.05 ^{Aa}	0.83±0.12 ^{Ba}	0.88±0.03 ^{Ba}
6	0.74±0.03 ^{Bc}	0.78±0.05 ^{Bc}	0.80±0.100 ^{Bb}	0.86±0.04 ^{Bb}	0.86±0.05 ^{Aa}	0.91±0.05 ^{Aa}
8	0.66±0.09 ^{Cc}	0.69±0.08 ^{Cb}	0.79±0.09 ^{Bb}	0.86±0.08 ^{Ba}	0.88±0.02 ^{Aa}	0.86±0.04 ^{Ba}

注: 同列标有不同大写字母,表示处理不同时间差异显著($p < 0.05$); 同行标有不同小写字母,表示不同处理差异显著($p < 0.05$)。

按照 1.3.3 的方法测定弹性和剪切力, 结果如表 1 和表 2。

表 1 结果显示, 鸡腿肉弹性略高于鸡胸肉。肉鸡屠宰后, 4 h 内鸡肉弹性呈略微上升的趋势, 随后呈降低趋势, 鲜光鸡在 25 °C 条件下储藏, 鸡肉弹性的降低及降幅显著大于 ($p<0.05$) 冰鲜鸡; 混合冷却在储

藏后期, 弹性略优于 ($p>0.05$) 冰水直接冷却。肌肉弹性的降低, 其实是肌肉进入到僵直阶段, 肌原纤维处于紧缩状态, 而弹性最低。表 1 数据显示, 鲜光鸡 4 h 后逐渐进入僵直期, 而在冰鲜状态 (4 °C) 下, 肉鸡 8 h 僵直状态尚不明显, 因此, 在低温条件 (4 °C) 下, 能够有效延缓肉鸡进入僵直期, 确保鸡肉的品质。

表 2 冷却方式对鸡肉剪切力的影响

Table 2 Effect of chilling methods on the shear force (N/mm²) of the chicken carcasses

时间/h	宰后 25 °C 贮藏		冰水冷却 4 °C 贮藏		冰水-冷风冷却 4 °C 贮藏	
	鸡胸肉	鸡腿肉	鸡胸肉	鸡腿肉	鸡胸肉	鸡腿肉
0	59.55±2.71 ^{Ab}	69.30±2.14 ^{Ab}	65.26±2.17 ^{Aa}	73.9±4.87 ^{Ba}	68.69±5.51 ^{Aa}	71.16±0.56 ^{Ba}
2	52.98±1.65 ^{Bb}	53.89±2.67 ^{Cb}	58.75±1.55 ^{Aa}	63.45±2.67 ^{Ca}	64.42±4.08 ^{Ba}	63.32±5.53 ^{Ca}
4	36.73±1.61 ^{Cc}	66.48±6.14 ^{Ab}	46.73±1.61 ^{Bb}	52.48±6.14 ^{Db}	65.17±4.95 ^{Ba}	56.85±3.62 ^{Cb}
6	34.40±4.53 ^{Cc}	64.66±3.12 ^{Ba}	45.29±3.07 ^{Bb}	55.35±3.19 ^{Db}	62.23±5.50 ^{Ba}	59.90±4.23 ^{Cb}
8	32.20±1.89 ^{Cc}	56.06±3.89 ^{Cb}	51.51±0.72 ^{Ab}	84.63±5.29 ^{Aa}	63.15±2.39 ^{Ba}	85.78±6.07 ^{Aa}

注: 同列标有不同大写字母, 表示处理不同时间差异显著 ($p<0.05$); 同行标有不同小写字母, 表示不同处理差异显著 ($p<0.05$)。

表 2 结果显示, 肉鸡屠宰后, 鸡腿肉的剪切力均高于鸡胸肉。冰鲜鸡的鸡胸肉和鸡腿肉剪切力均呈现先下降, 再升高的趋势; 其中, 腿肉剪切力在 8 h 升高的幅度大于胸肉。混冷冰鲜鸡的剪切力高于水冷样品, 但差异不显著 ($p>0.05$)。冷收缩导致 0 h 冰鲜鸡肌肉的剪切力均显著高于鲜光鸡 ($p<0.05$)。在僵直后由于温度急速下降造成的冷收缩会通过泄漏肌浆网推动增加细胞的钙, 使得肌节收缩^[13]。鲜光鸡样品的剪切力持续下降, 未见僵直期剪切力增加的现象, 应该是微生物作用破坏了肌肉结构; 鸡腿有鸡皮完整保护, 在 4 h 时出现剪切力增加, 与 pH 值反应一致, 应是进入僵直期。

2.4 冷却方式对鸡肉内可溶性蛋白的影响

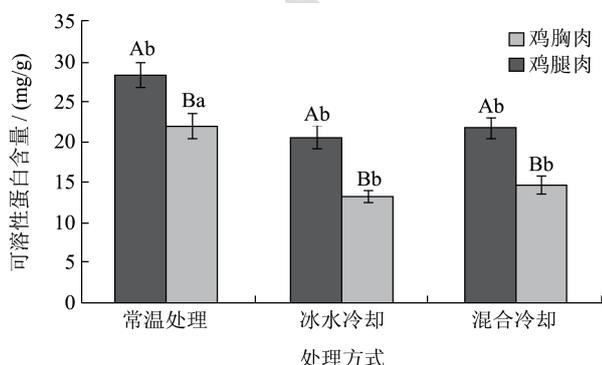


图 4 冷却方式对鸡肉可溶性蛋白质含量的影响

Fig.4 Effect of chilling methods on the soluble protein content of the chicken carcasses

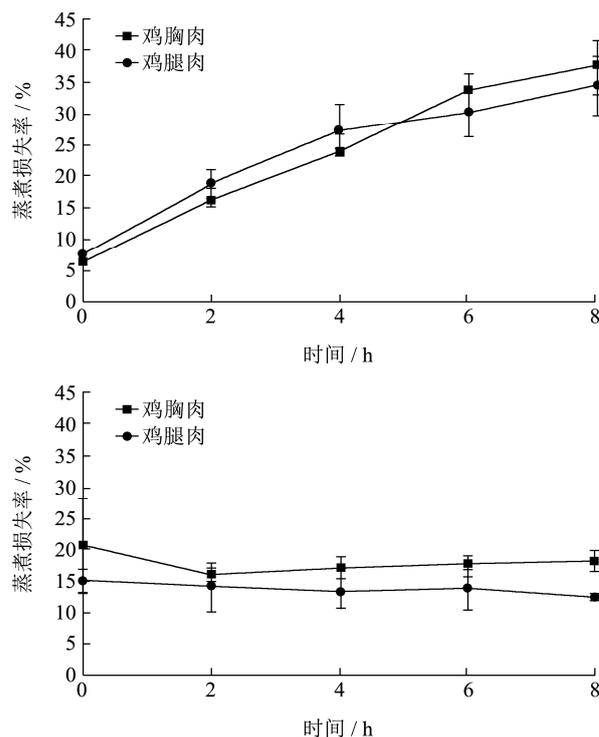
注: 不同大写字母, 表示相同处理鸡胸肉和鸡腿肉差异显著 ($p<0.05$); 不同小写字母, 表示不同处理差异显著 ($p<0.05$)。

按照 1.3.4 的方法, 测定鲜光鸡肉和冰鲜鸡可溶性

蛋白的含量, 结果如图 4。

图 4 结果显示, 鸡胸肉中可溶性蛋白质均显著高于鸡腿肉中可溶性蛋白质 ($p<0.05$)。鲜光鸡样品鸡胸肉与鸡腿肉中可溶性蛋白含量显著高于水冷和混合冷却样品 ($p<0.05$); 说明水冷工艺会导致鸡肉中可溶性蛋白的损失, 这是冰鲜鸡滋味逊于鲜光鸡的原因之一。混合冷却的样品中可溶性蛋白质略高于水冷样品, 但差异不显著 ($p>0.05$), 说明 20 min 的水冷是鸡肉中可溶性蛋白损失的主要阶段。

2.5 蒸煮损失率



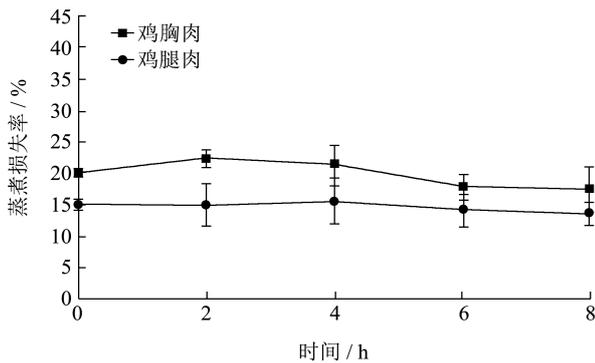


图5 冷却方式对鸡肉蒸煮损失率的影响

Fig.5 Effect of chilling methods on the rate of cooking loss in the chicken carcasses

按照 1.3.5 的方法测定蒸煮损失率, 结果如图 5。

图 5 结果显示, 0 h 冰鲜鸡蒸煮损失率高于鲜光鸡, 是因为冰鲜鸡在生产工艺上, 增加了 45 min 的冷却时间; 2 h 时冰鲜鸡与鲜光鸡的蒸煮损失率持平; 2 h 后鲜光鸡的蒸煮损失率呈持续上升, 而冰鲜鸡的蒸煮损失率无显著增加。说明在贮藏 2 h 后, 冰鲜鸡品质会优于鲜光鸡。本实验的冰鲜鸡的蒸煮损失率低于冯宪超等人两段水冷(第一段用常温水, 第二段冰水)研究结果(25.33%)^[3], 说明快速冷却对降低蒸煮损失率有益。

3 结论

3.1 冷却方式对鸡肉品质的影响, 本质是肌肉僵直进程的影响; 处理不善的冰鲜鸡解僵后, 因为肌肉纤维小片化, 而导致鸡肉失去弹性和汁液, 不易被消费者接受。

3.2 本研究结果显示, 鲜光鸡在 2 h 内, 口感和品质优于冰鲜鸡, 体现在质构、糖原含量、可溶性蛋白和蒸煮损失率等方面; 但高温促进鸡肉僵直进程和微生物生长, 2 h 后鲜光鸡的品质下降, 4 h 已经进入僵直期。由于降温过程已经进入糖酵解, 0 h 的冰鲜鸡肌肉糖原低于鲜光鸡, 但下降速度缓于鲜光鸡, 与乳糖的上升趋势基本一致, 8 h 时均达到最低点, 说明冷却可以很好地延长鸡肉的僵直延滞期。进入僵直前期的肉鸡蒸煮损失率未升高, 说明冷却有助于保持黄羽肉鸡的质量特性, 宰后 2 h 的冰鲜鸡品质优于鲜光鸡。水冷和混冷的冰鲜鸡在质构和僵直进程方面差异不大; 冰水浸泡会造成肌肉内可溶性蛋白(包括小分子风味物质, 氨基酸等)流失, 在营养和风味上略有损失, 可以考虑进一步优化混合冷却的时间和强度, 来减少损失。

参考文献

- [1] 黄羽肉鸡. 新农网, 2014
Yellow feather chicken. <http://www.xinn.net.cn/>, 2014
- [2] GB/T 20551-2006, 畜禽屠宰 HACCP 应用规范[S]
GB/T 20551-2006, Evaluation specification on the HACCP certification in the slaughter of livestock and poultry [S]
- [3] 冯宪超, 陈琳, 徐幸莲, 等. 风冷和水冷生鲜鸡肉品质的比较[J]. 南京农业大学学报, 2009, 32(4): 172-175
FENG Xian-chao, CHEN Lin, XU Xing-lian, et al. Comparison of air and water chilling on fresh chicken quality [J]. Journal of Nanjing Agricultural University, 2009, 32(4): 172-175
- [4] Li C B, Shi P L, Xu X L, et al. Traceability of rigor mortis of muscle using a texture analyzer: a feasibility study [M]. Proceedings of 54 th ICOMST, 2009
- [5] Joo S T, Kauffman R G, Kim B C, et al. The relation-ship of sarcoplasmic and myofibrillar protein solubility to color and water-holding capacity in porcine longissimus muscle [J]. Meat Science, 1999, 52(3): 291-297
- [6] 徐国波, 林捷, 郑华, 等. 冰鲜分割三黄鸡肉保质期品质变化研究[J]. 中国家禽, 2013, 35(23): 32-35
XU Guo-bo, LIN Jie, ZHENG Hua, et al. Meat quality of iced fresh sanhuang chicken parts during shelf life [J]. China Poultry, 2013, 35(23): 32-35
- [7] 蒋源, 刘洪庆. 肉在不同温度下乳酸及其 pH 值变化的研究[J]. 肉禽蛋, 1990, 6: 11-13
JIANG Yuan, LIU Hong-qing. Research on the changes of lactic acid and pH at different temperatures [J]. Meat and Eggs, 1990, 6: 11-13
- [8] 朱学伸. 动物宰后肌肉成熟期间乳酸含量与 pH 的变化[D]. 南京: 南京农业大学, 2007
ZHU Xue-shen. Changes of pH value and lactic acid content in muscle during aging after postmortem [D]. Nanjing: Nanjing Agricultural University, 2007
- [9] 张宇宁, 何淑清, 孟质文, 等. 宰后冷却时间对鹅肌肉僵直过程中理化特性的影响[J]. 黑龙江八一农垦大学学报, 2012, 24(3): 51-55
ZHANG Yu-ning, HE Shu-qing, MENG Zhi-wen, et al. Effects of postmortem chilling-time on the physicochemical properties of muscular rigor of geese [J]. Journal of Heilongjiang Bayi Agricultural University, 2012, 24(3): 51-55
- [10] Karakaya M, Saricoban C, Yilmaz M. The effect of various types of pre-poultry and post-rigor meats on emulsification capacity, water-holding capacity and cooking loss [J]. European Food Research and Technology, 2005, 220(3-4):

- 283-286
- [11] 张剑,初芹,张尧,等.鸡宰后屠体 pH 值影响因素及其变化规律的研究[J].中国家禽,2014,36(11):26-29
ZHANG Jian, CHU Qin, ZHANG Yao, et al. Influencing factors and variation trends of muscle pH in chickens after slaughter [J]. China Poultry, 2014, 36(11): 26-29
- [12] 何淑清.宰后僵直过程中林甸鸡和 AA 鸡肌肉理化特性变化及肉品质比较[D].大庆:黑龙江八一农垦大学,2012
HE Shu-qing. Change of physicochemical properties during rigor setting and compare of quality property of post-mortem China-Lindina native chickens and acres broilers [D]. Daqing: Heilongjiang Bayi Agricultural University, 2012
- [13] Yuan H Brad Kim, Robyn D Warner, Katja Rosenvold. Influence of high pre-rigor temperature and fast pH fall on muscle proteins and meat quality [J]. Animal Production Science, 2014, 54(4): 375-395
- [14] McKee S R, Sams A R. Rigor mortis development at elevated temperatures induces pale exudative turkey meat characteristics [J]. Poultry Science, 1998, 77(1): 169-174
- [15] Barbut S, Sosnicki A A, Lonergan S M, et al. Progress in reducing the pale, soft and exudative (PSE) problem in pork and poultry meat [J]. Meat Science, 2008, 79(1): 46-63