

4℃贮藏下粤式盐焗鸡品质变化及保质期研究
Study on quality change and shelf life of Guangdong style
salt baked chicken stored in 4℃

周乐丹¹ 艾民珉¹ 凌子庭¹ 张莹² 李恒勇²

ZHOU Le-dan¹ AI Min-min¹ LING Zi-ting¹ ZHANG Ying² LI Heng-yong²

谢勇标² 刘聪² 潘珊珊¹ 蒋爱民¹

XIE Yong-biao² LIU Cong² PAN Shan-shan¹ JIANG Ai-min¹

(1. 华南农业大学食品学院, 广东 广州 510642; 2. 广东天农食品有限公司, 广东 清远 511827)

(1. South China Agricultural University Food College, Guangzhou, Guangdong 510642 China;
2. Guangdong Tiannong Food Co., Ltd., Qingyuan, Guangdong 511827 China)

摘要:以真空包装的粤式盐焗鸡为原料,研究其在 4℃贮藏条件下的品质变化及保质期。结果表明:感官评分在第 15、18 及 21 天时显著降低($P<0.05$),到第 18 天时已超出接受程度,亮度 L^* 值及黄度 a^* 值显著降低($P<0.05$);pH 呈先增大后减小趋势($P>0.05$),挥发性盐基氮及酸价均不断增加,其中,鸡皮的挥发性盐基氮变化差异显著($P<0.05$),到第 18 天时鸡肉中的挥发性盐基氮超出国标限值(15 mg/100 g),鸡肉酸价在第 15、18 及 21 天时差异显著($P<0.05$);剪切力显著降低($P<0.05$),而硬度、咀嚼性和鸡皮拉伸强度增加明显($P<0.05$);大肠杆菌及菌落总数均未超出国标限值,沙门氏菌未被检出。因此,4℃贮藏条件下真空包装的粤式盐焗鸡的品质随贮藏时间的延长而下降,建议贮藏期最长为 15 d。

关键词:真空包装;盐焗鸡;贮藏期;品质;质构

Abstract: The quality change and shelf life of Guangdong packaged salted chicken were studied, which was stored in 4℃. Results: Sensory score decreased significantly in the 15th, 18th and 21th days ($P<0.05$), while, it exceeded acceptance in the 18th day, with the brightness L^* value and yellowing a^* value decreasing significantly ($P<0.05$); pH increased first and then decreased ($P>0.05$). The difference was not significant, volatile salt nitrogen and acid value were all increasing, and the variation of volatile salt nitrogen and nitrogen in chicken skin was significantly different ($P<0.05$), in the 18th day, the volatile salt based nitrogen in the chicken was

15 mg/100 g and the chicken acid value was significantly different in the 15th, 18th and 21th days ($P<0.05$); the shear force decreased significantly ($P<0.05$), while the hardness, chewiness and the tensile strength of chicken skin increased significantly ($P<0.05$); the total number of *Escherichia coli* and colonies were not beyond the limit of going abroad, and *Salmonella* was not detected. Therefore, the quality of cantonese style salt baked chicken with vacuum packaging decreased with the prolongation of storage time at 4 degree storage, suggesting that the longest storage period less than 15 days.

Keywords: Vacuum packaging; salted chicken; storage period; quality; texture

鸡肉具有蛋白质含量高、氨基酸种类多、脂肪含量低及口感细腻等特点^[1]。盐焗鸡是由原料鸡经过腌制和焗制加工而成的一种传统熟食鸡肉食品,具有风味独特、色泽诱人、皮脆肉嫩的特点,深受人们的喜爱^[2]。

目前对盐焗鸡的研究多集中在加工工艺及常温贮藏过程中的品质变化方面。朱南新^[3]发现在微波功率 720 W 条件下处理 9 min 得到的盐焗鸡腿,在水分含量、感官硬度和剪切力 3 个方面均比煮制的盐焗鸡腿有较大提升。同时,4℃的低温处理时间越长,盐焗鸡腿的硬度、咀嚼性和剪切力均有显著上升;任琳等^[4]研究了盐焗鸡翅的贮藏特性,发现低温杀菌(85℃, 20 min)、真空包装及 4℃条件较利于盐焗鸡翅的贮藏;李秋庭等^[5]根据盐焗鸡在 25、30、37℃贮藏条件下的 pH、挥发性盐基氮、菌落总数及感官变化,构建了货架期预测模型,推测货架期分别为 110、36、8 d。

盐焗鸡的腐败变质不仅对生产商家的经济收入有影响,也危害消费者的健康与安全。本研究以广州天农食品有限公司生产的粤式盐焗鸡为研究对象,经透明塑料袋真空

基金项目:畜禽产品加工工程技术研究开发中心建设项目(编号: E15391)

作者简介:周乐丹,女,华南农业大学在读硕士研究生。

通信作者:蒋爱民(1957—),男,华南农业大学食品学院教授,博士。

E-mail: 1279246584@qq.com

收稿日期:2018-02-03

包装后贮存于 4℃环境中,每隔 3 d 监测一次盐焗鸡的感官评分、色泽、pH、挥发性盐基氮、酸价、质构特性及微生物等指标变化,并对各指标的检测结果进行分析,为 4℃贮藏条件下的粤式盐焗鸡的生产及上市提供参考。

1 材料与方法

1.1 材料与试剂

粤式盐焗鸡:广东清远天农食品有限公司规模化正常生产后采样,要求同一批饲养原料鸡经同一批次生产;
盐酸、氢氧化钠、硼酸:分析纯,广州化学试剂厂;
氧化镁:分析纯,天津市福晨化学试剂厂;
石油醚、异丙醇:分析纯,天津市富宇精细化工有限公司;
平板计数琼脂培养基、缓冲蛋白胨水、四硫磺酸钠煌绿增菌液、亚硒酸盐胱氨酸增菌液:生物试剂,广东环凯微生物科技有限公司。

1.2 仪器与设备

质构仪:TA .XT plus 型,英国 Stable Micro Systems 公司;
色差仪:SP62-162 型,美国 X-RITE 公司;
pH 计:PB-10 型,赛多利斯科学仪器(北京)有限公司;
自动凯氏定氮仪:KJELTEC™ 8100 型,福斯分析仪器有限公司;
人工气候培养箱:RE-5203 型,上海福玛实验设备有限公司。

1.3 方法

1.3.1 工艺流程 粤式盐焗鸡的制备:

冰鲜鸡→解冻清洗→盐粒包埋→焗制→透明塑料包装

袋真空包装→4℃贮藏

试验时,将粤式盐焗鸡蒸煮加热至鸡胸肉中心部位温度达到 65℃后,置于 25℃、85%^[6]湿度条件下的人工气候培养箱中冷却至鸡胸肉中心部位温度达到 25℃。

1.3.2 感官评价 粤式盐焗鸡在冷却至 25℃之后用于感官评价。感官评定由经过培训的 10 名(男女各 5 名)成员执行,感官评定表见表 1。

1.3.3 色泽的测定 取适量鸡腿肉、鸡胸肉及鸡皮样品分别置于平皿中,利用色差计测定 L^* 值(亮度值)、 a^* 值(正值表示颜色向红色靠近,负值表示偏向绿色)和 b^* 值(正值表示颜色偏向黄色,负值表示颜色靠近蓝色)。每个样品部位测量 5 处不同位置,取其平均值。

1.3.4 pH 值的测定 按 GB 5009.237—2016《食品安全国家标准 食品 pH 值的测定》执行,鸡皮与鸡肉分开测定。称取绞碎后的鸡皮与纯瘦肉部分各 10.0 g,分别与 50.0 mL 0.1 mol/L 氯化钾溶液混合搅打均匀,用 pH 计重复测定 3 次,取其平均值。

1.3.5 挥发性盐基氮的测定 按 GB 5009.228—2016《食品安全国家标准 食品中挥发性盐基氮的测定》中的自动凯氏定氮仪法执行,鸡皮与鸡肉分开测定。

1.3.6 酸价的测定 按 GB 5009.229—2016《食品安全国家标准 食品中酸价的测定》执行,鸡皮与鸡肉分开测定。采取冷溶剂自动电位滴定法进行油脂提取,利用冷溶剂指示剂滴定法进行滴定。滴定时乙醚-异丙醇混合溶液更改为石油醚-异丙醇混合溶液^[7]。

表 1 4℃贮藏条件下盐焗鸡感官评分表

Table 1 Salted chicken sensory score table under 4℃ storage conditions		
指标	评分标准	分值
色泽	鸡皮金黄色亮,鸡肉白净无血色	5
	鸡皮较金黄色亮,鸡肉较白净有少量血色	4~3
	鸡皮金黄色偏淡,表皮无油,鸡肉较白净有少量血色	2
	鸡皮黄褐色很淡或很深,表皮干燥,鸡肉血色明显	1
	浓郁,鸡肉进味明显,咸味适中	5
风味	较为浓郁,鸡肉进味较明显,咸味适中	4~3
	浓郁程度一般,鸡肉进味较淡,咸味偏淡或偏浓	2
	浓郁程度较差,鸡肉进味较淡,咸味偏淡或偏浓	1
	很好,有很好的咀嚼性,口感弹牙	5
鸡皮脆度和弹性	较好,有一定的咀嚼性,口感较弹牙	4~3
	一般,有一定的咀嚼性,口感弹牙性一般	2
	很差,咀嚼性较差,口感弹牙性较差	1
鸡肉咀嚼性	很好,咀嚼后无留渣,口感不柴	5
	较好,咀嚼后少量留渣,口感较柴	4~3
	一般,咀嚼后留渣一般,口感较柴	2
	很差,咀嚼后大量留渣,口感很柴	1
	无破损,鸡胸与鸡腿处无积水	5
组织状态	无破损,鸡胸与鸡腿处有少量积水	4~3
	有少量破损,鸡胸与鸡腿处有少量积水	2
	大面积破损,鸡胸与鸡腿处积水明显	1

1.3.7 质构特性的测定 采用 TA.XT plus 型物性测定仪对肉样进行质构分析,每种样品部位重复测定 5 次。

(1) 鸡肉 TPA 的测定:根据文献[8]修改如下,鸡胸肉、鸡腿肉的取样规格及仪器参数为去皮后的鸡肉 1.5 cm×1.5 cm×1.5 cm、不去鸡皮的鸡肉 1.5 cm×1.5 cm×1.5 cm,采用 P/36R 探头,测前速度 1 mm/s,测中速度 1 mm/s,测后速度 5 mm/s,压缩 50%,2 次下压时间 5.0 s,触发力 5.0 g。

(2) 鸡肉剪切力的测定:根据文献[9]¹⁹修改如下,鸡胸肉、鸡腿肉的取样规格及仪器参数为去皮后的鸡肉 1.5 cm×1.5 cm×1.5 cm、不去鸡皮的鸡肉 1.5 cm×1.5 cm×1.5 cm,采用 HDP/BSW 探头,测前速度 1 mm/s,测中速度 1 mm/s,测后速度 10 mm/s,压缩 20%,触发力 5.0 g。

(3) 鸡皮拉伸强度的测定:根据文献[9]¹⁸修改如下,鸡胸皮、鸡腿皮和鸡背皮取样规格及仪器参数为 0.5 cm×5 cm (中间测定长度为 2.8 cm),采用 A/TG 探头,上升速度 1 mm/s,上升距离为 5 cm,触发力 5.0 g。

1.3.8 微生物指数的测定

(1) 菌落总数:按 GB 4789.2—2016《食品安全国家标准 食品微生物学检验 菌落总数测定》执行。

(2) 大肠杆菌:按 GB 4789.3—2003《食品安全国家标准 食品微生物学检验 大肠菌群计数》中的 MPN 计数法执行。

(3) 沙门氏菌:按 GB 4789.4—2016《食品安全国家标准

食品微生物学检验 沙门氏菌检验》执行。

1.4 数据分析

利用 Microsoft Excel 2016 软件对各指标进行数据计算,求取平均值、方差与标准差。使用 Origin 9.0 软件作图及 SPSS 18.0 进行显著性差异分析,通过 Duncan 新复极差法进行显著性分析,P<0.05 表示具有显著性差异,P>0.05 表示差异不显著。

2 结果与分析

2.1 感官评价

如表 2 所示,随着贮藏时间的加长,各指标评分及感官总分均呈下降趋势,总分在第 0、3、6、9 及第 12 天差异不显著(P>0.05),从第 15 天开始显著下降(P<0.05),其中在第 0 天时盐焗鸡风味浓郁、色泽金黄油光,风味和色泽评分均为(4.50±0.10)分,而到第 15 天时盐焗鸡风味大大减弱,评分降为(3.80±0.22)分,蒸煮后表面无油光,色泽暗黄,且关节部位色泽发黑,色泽评分降为(3.80±0.09)分;第 18 天时,感官质量已不能被评定者接受;第 21 天时,盐焗鸡的风味评分仅为(3.30±0.17)分。随贮藏时间的延长,鸡肉咀嚼性出现口感干柴的现象;且鸡皮在蒸煮后变得软烂,表面破裂程度扩大,弹性下降。由此可知,4 ℃贮藏条件下真空包装的粤式盐焗鸡的贮藏期限不宜超过 15 d。

表 2 4 ℃贮藏条件下盐焗鸡感官评价的变化[†]
Table 2 Changes in the sensory evaluation of salted chicken under 4 ℃ storage conditions

贮藏时间/d	色泽	风味	鸡皮脆度和弹性	鸡肉咀嚼性	组织状态	总分
0	4.5±0.10 ^a	4.5±0.10 ^a	4.6±0.13 ^a	4.4±0.11 ^a	3.8±0.26 ^a	21.8±2.14 ^a
3	4.4±0.11 ^{ab}	4.4±0.18 ^{ab}	4.4±0.08 ^a	4.4±0.11 ^a	3.6±0.23 ^{ab}	21.4±2.04 ^a
6	4.2±0.26 ^b	4.2±0.17 ^b	4.1±0.08 ^b	4.2±0.17 ^{ab}	3.6±0.23 ^{ab}	20.3±2.36 ^a
9	4.0±0.14 ^{bc}	4.0±0.14 ^{bc}	4.0±0.07 ^{bc}	4.2±0.09 ^{ab}	3.6±0.23 ^{ab}	19.8±1.89 ^a
12	4.0±0.14 ^{bc}	4.0±0.24 ^{bc}	3.9±0.11 ^{bc}	3.8±0.09 ^b	3.4±0.18 ^b	19.1±2.61 ^a
15	3.8±0.09 ^c	3.8±0.22 ^c	3.9±0.18 ^{bc}	3.6±0.11 ^{bc}	3.4±0.11 ^b	18.3±2.64 ^b
18	3.5±0.10 ^d	3.6±0.18 ^c	3.8±0.09 ^c	3.4±0.18 ^c	3.3±0.17 ^b	17.6±2.27 ^b
21	3.4±0.18 ^d	3.3±0.17 ^d	3.7±0.13 ^c	3.4±0.18 ^c	3.2±0.17 ^b	16.6±2.88 ^b

[†] 同列不同字母表示差异显著(P<0.05)。

2.2 色差值

从表 3 可以看出,鸡皮、鸡胸肉及鸡腿肉的 L* 值和 a* 值显著降低(P<0.05),黄度值(b*)明显上升(P<0.05)。由于原料鸡经过高温加工后,肉中的肌红蛋白和血红蛋白均已钝化失活^[10],因此影响盐焗鸡色泽的主要因素存在于加工过程中。加工配方中添加的增色剂(如柠檬黄)使得鸡皮色泽发黄,黄度值比鸡肉高,鸡肉的亮度值比鸡皮高。在贮藏过程中,由于盐焗鸡肉内部水分的析出及真空包装袋中少量盐焗汤汁的浸泡,颜色逐渐变得暗黄,即 L* 值逐渐下降、b* 值逐渐上升。

2.3 pH

鸡肉的酸碱度可直接影响肉的色泽、嫩度和贮藏性。pH 值的变化与鸡肉的品质变化相关,这些变化源自内部发生的物理化学反应和微生物的繁殖生长^[11]。从图 1 中可

知,盐焗鸡的鸡肉与鸡皮的 pH 随贮藏时间的延长呈现先增大后降低的趋势,变化不显著(P>0.05),且鸡肉的 pH 比盐焗鸡皮的大,分别在第 15 天和第 12 天时达到最大值,分别为 6.20±0.01 和 6.38±0.01。在盐焗鸡的贮藏过程中,鸡肉中水分的不断渗出及挥发性盐基氮等碱性物质含量的增加使得 pH 值上升,而油脂的逐渐氧化分解及微生物的生长繁殖分解了部分蛋白质和碳水化合物生成了酸性成分,使得 pH 值逐渐下降。这与李秋庭等^[5]在研究盐焗鸡贮藏品质变化及货架期预测模型时的结果一致。

2.4 挥发性盐基氮

挥发性盐基氮是反映动物性食品的鲜度即腐败程度的主要指标,是指酶和微生物使得肉中的蛋白质分解而产生氨以及胺类等有毒的具有挥发性的碱性含氮物质,其含量越高,说明肉的腐败程度越高^[12]。由表 4 可知,随着贮藏时间

表 3 4 ℃贮藏条件下盐焗鸡色泽的变化[†]

Table 3 Changes in the color of salted pheasant chickens under 4 ℃ storage conditions

贮藏时 间/d	鸡皮			鸡胸肉			鸡腿肉		
	<i>L</i> *	<i>a</i> *	<i>b</i> *	<i>L</i> *	<i>a</i> *	<i>b</i> *	<i>L</i> *	<i>a</i> *	<i>b</i> *
0	33.74±0.38 ^a	3.05±0.05 ^a	15.51±0.13 ^a	74.49±0.86 ^a	1.55±0.08 ^a	11.87±0.12 ^a	68.67±0.41 ^a	3.86±0.06 ^a	10.96±0.23 ^a
3	32.26±0.02 ^{ab}	2.20±0.02 ^b	16.01±0.22 ^a	72.46±0.19 ^{ab}	1.56±0.10 ^a	11.81±0.05 ^a	65.40±2.15 ^b	3.74±0.07 ^a	11.87±0.12 ^{ab}
6	31.07±0.15 ^b	1.97±0.08 ^b	16.22±0.12 ^{ab}	70.69±0.37 ^b	1.51±0.06 ^{ab}	12.02±0.36 ^{ab}	64.25±0.21 ^b	3.45±0.05 ^{ab}	12.76±0.27 ^b
9	30.84±0.57 ^b	1.46±0.06 ^c	17.47±0.14 ^b	65.54±0.79 ^c	1.47±0.14 ^b	12.37±0.16 ^{ab}	64.21±0.93 ^b	3.37±0.12 ^b	13.74±0.03 ^b
12	30.34±0.08 ^{bc}	0.86±0.10 ^d	20.80±0.09 ^c	64.25±0.21 ^c	1.26±0.01 ^c	13.25±0.07 ^b	59.44±1.09 ^c	3.28±0.07 ^{bc}	13.73±0.22 ^b
15	28.22±0.50 ^c	0.84±0.06 ^{de}	21.78±0.18 ^{cd}	64.21±0.93 ^c	0.88±0.11 ^d	13.74±0.03 ^b	58.38±1.87 ^c	2.94±0.13 ^c	15.92±0.43 ^c
18	28.67±0.17 ^c	0.84±0.05 ^{de}	22.08±0.08 ^d	64.64±2.16 ^c	0.64±0.05 ^d	15.42±0.08 ^c	57.71±1.40 ^c	1.56±0.10 ^d	16.22±0.59 ^c
21	27.26±0.35 ^c	0.69±0.02 ^e	30.84±0.57 ^e	54.87±1.85 ^d	0.30±0.06 ^e	16.31±0.07 ^c	41.38±0.31 ^d	1.47±0.14 ^d	17.08±0.46 ^c

† 同列不同字母表示差异显著(P<0.05)。

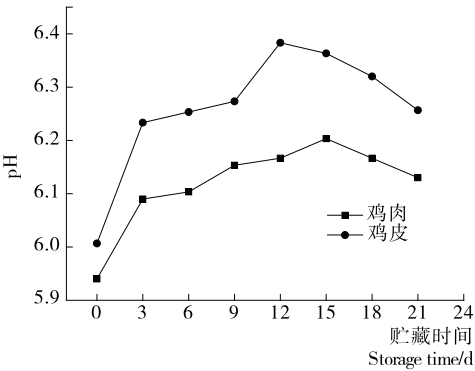


图 1 4 ℃贮藏条件下盐焗鸡 pH 的变化

Figure 1 Changes of pH in salted chicken under 4 ℃ storage conditions

的延长,4 ℃贮藏条件下盐焗鸡鸡皮及鸡肉的挥发性盐基氮含量均不断增加,其中,鸡皮的挥发性盐基氮变化差异显著(P<0.05),且从第 15 天开始,盐焗鸡鸡皮与鸡肉中的挥发性盐基氮增长率增大。到第 18 天时,盐焗鸡鸡肉中的挥发性盐基氮超出国标检测限值(15 mg/100 g),而到第 21 天,鸡皮中挥发性盐基氮升至(14.81±0.31) mg/100 g,接近限值,表明 4 ℃盐焗鸡的贮藏时间不能超过 15 d。由于盐焗鸡

表 4 4 ℃贮藏条件下盐焗鸡挥发性盐基氮的变化[†]

Table 4 4 ℃ storage conditions of salt-baked chicken volatile salt-based nitrogen changes

贮藏时间/d	盐焗鸡肉 TVB-N 值/ (10 ⁻² mg·g ⁻¹)	盐焗鸡皮 TVB-N 值/ (10 ⁻² mg·g ⁻¹)
0	9.55±0.21 ^a	7.12±0.08 ^a
3	11.86±0.25 ^b	7.45±0.24 ^{ab}
6	12.60±0.00 ^{bc}	8.35±0.51 ^{ab}
9	12.97±0.30 ^c	8.72±0.28 ^b
12	13.82±0.60 ^{cd}	8.93±0.35 ^b
15	14.35±0.19 ^d	10.53±0.31 ^c
18	15.85±1.44 ^d	11.66±0.01 ^c
21	24.76±0.43 ^e	14.81±0.31 ^d

† 同列不同字母表示差异显著(P<0.05)。

经过焗制后,其中的酶已钝化失活,因此,影响挥发性盐基氮主要是微生物的生长繁殖,说明贮藏温度为 4 ℃时只能延缓微生物的生长,到贮藏后期,微生物数量增多,蛋白质分解速度加快,即表现出挥发性盐基氮含量的增大。

2.5 酸价

脂肪的酸败分为水解酸败和氧化酸败,水解酸败是指脂肪在高温和脂肪酶等的作用下生产小分子脂肪酸和甘油,氧化酸败是在氧气、高温、催化剂、光照等作用下发生氧化反应,产生了过氧化物^[13]。真空包装的盐焗鸡脂肪酸败主要为水解酸败。从图 2 可知,在整个贮藏过程中,鸡皮和鸡肉的酸价均不断上升(P>0.05),但鸡肉酸价在第 15、18 及 21 天差异显著(P<0.05),鸡皮的酸价在第 18、21 天差异显著(P<0.05),第 0 天时,鸡皮的酸价为(0.47±0.05) mg/g,鸡肉的酸价为(0.60±0.03) mg/g,贮藏 21 d 后,酸价均达到最大值,分别为(1.25±0.02),(1.26±0.04) mg/g。微生物的生长繁殖使得脂肪逐渐水解为游离脂肪酸,同时,氧化期间产生的自由基又可加快脂肪的继续氧化,酸价不断升高,使盐焗鸡品质下降。

2.6 质构

2.6.1 TPA 在 TPA 测试中,鸡肉的硬度及咀嚼性指标比较具有代表性,故选取这 2 个指标用于分析。从图 3、4 可知,盐焗鸡肉的硬度和咀嚼性明显呈现升高趋势(P<0.05),

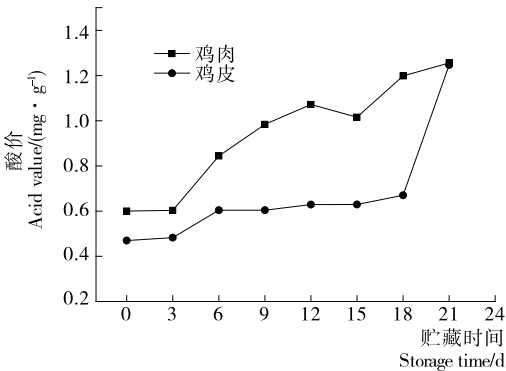


图 2 4 ℃贮藏条件下盐焗鸡酸价的变化

Figure 2 Changes of acid value of salted chicken under 4 ℃ storage conditions

鸡胸肉的硬度和咀嚼性高于鸡腿肉。而不带皮鸡肉的硬度和咀嚼性低于带皮鸡肉,说明鸡肉的硬度和咀嚼性比鸡皮高。第 15 天后,鸡胸肉的硬度上升率明显增大,而鸡腿肉的硬度上升率减小;图 4 中鸡腿肉的咀嚼性上升规律不明显。随着贮藏时间的延长,盐焗鸡中的结构蛋白质被降解,二硫键、疏水键等结构键的数量减少,束缚在蛋白质结构中以维持鸡肉保水性的不易流动的水流失,鸡肉的纤维结构紊乱,保水性下降,导致硬度与咀嚼性增加,鸡肉口感下降,变得干柴,咀嚼时颗粒感明显^[14]。

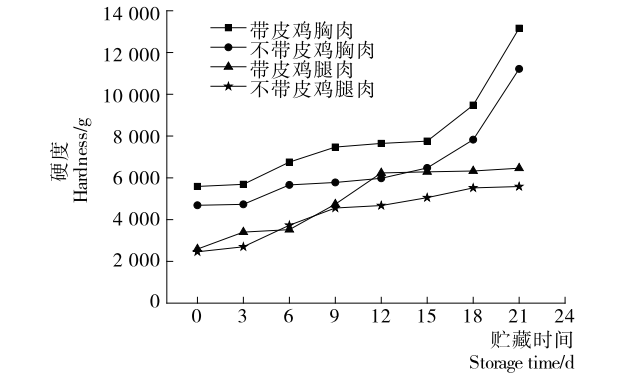


图 3 4 ℃ 贮藏条件下盐焗鸡硬度的变化
Figure 3 Changes of hardness of salt-baked chicken under 4 ℃ storage conditions

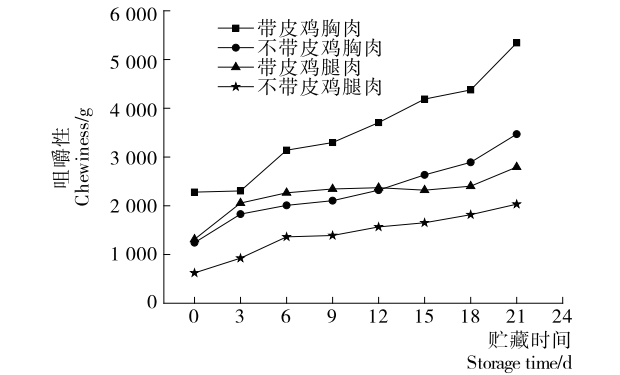


图 4 4 ℃ 贮藏条件下盐焗鸡咀嚼性的变化
Figure 4 Changes of chewiness of salted chicken under 4 ℃ storage conditions

2.6.2 剪切力 从图 5 中可以看出,带皮鸡胸肉、不带皮鸡胸肉、带皮鸡腿肉及不带皮鸡腿肉的剪切力均随贮藏时间的延长而显著下降($P<0.05$),带皮鸡腿肉的下降趋势最为显著,由贮藏初期的($7\,378.77\pm1\,114.81$) g 迅速下降至第 21 天的($1\,296.18\pm224.35$) g。带鸡皮的盐焗鸡肉比不带鸡皮的盐焗鸡肉的剪切力大,说明鸡皮比鸡肉的剪切力大。剪切力是表示嫩度的一个指标,是反映肉被切碎的难易程度^[15]。由于盐焗鸡肉蛋白质结构的破坏、水分的流失,坚挺结实的鸡肉逐渐变得松散,导致剪切力下降。而鸡胸肉中纤维黏合紧密,排列比鸡腿肉整齐,使得鸡胸肉的剪切力比鸡腿肉大,鸡皮的韧性增强,加大了切碎难度,使得带皮鸡肉比不带皮鸡肉的剪切力大。

2.6.3 鸡皮拉伸强度 盐焗鸡深受消费者喜爱的原因之一

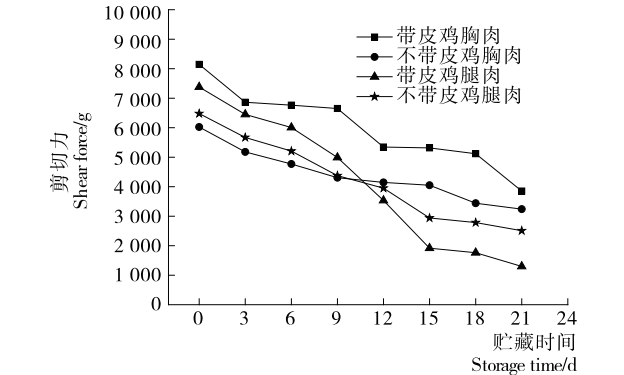


图 5 4 ℃ 贮藏条件下盐焗鸡剪切力的变化
Figure 5 Changes in shear force of salt-fat chicken under 4 ℃ storage conditions

是鸡皮口感脆弹,具有其他鸡肉制品没有的弹性。由图 6 可知,测试结果和感官评分结果一致,鸡皮的拉伸强度随贮藏时间的延长而显著增强($P<0.05$),到贮藏后期,鸡皮中的水分流失和油脂逐渐水解氧化,导致鸡皮变得干硬,韧性增强,超出了消费者的接受程度。

2.7 微生物指数

由表 5 可知,4 ℃ 贮藏条件下的盐焗鸡在贮藏的 21 d 内,菌落总数及大肠杆菌均未超出国标要求的检测限值:

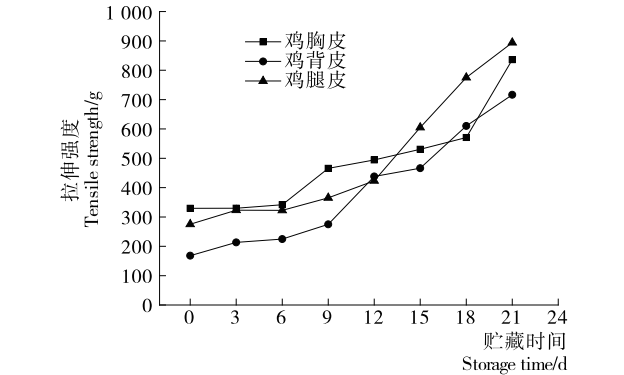


图 6 4 ℃ 贮藏条件下盐焗鸡鸡皮拉伸强度的变化
Figure 6 Changes of tensile strength of salted chicken skin under 4 ℃ storage conditions

表 5 4 ℃ 贮藏条件下盐焗鸡微生物指数的变化
Table 5 Salted chicken under 4 ℃ storage conditions microbial index changes

贮藏时间/d	菌落总数/ (CFU · g ⁻¹)	大肠杆菌/ (10 ⁻² MPN · g ⁻¹)	沙门氏菌
0	<10	<30	—
3	<10	<30	—
6	<10	<30	—
9	<10	<30	—
12	<10	<30	—
15	<10	<30	—
18	<10	<30	—
21	<10	<30	—

$M\leqslant 105$ CFU/g 及 $M\leqslant 1\times 10^2$ MPN/100 g,且未检测到沙门氏菌,说明盐焗鸡的加工过程能杀灭原料鸡中的绝大部分微生物,同时,较低的贮藏温度和真空包装能延缓微生物的生长繁殖。

3 结论

本试验研究了 4 ℃贮藏条件下真空包装粤式盐焗鸡的品质变化及保质期,结果表明:4 ℃的低温只能延缓微生物的生长繁殖,减缓粤式盐焗鸡的酸化腐败。由于在 21 d 的贮藏期内,即使微生物指数均在国标检测限值内,但第 15、18 及 21 天感官评分及鸡肉的酸价差异显著($P<0.05$),且第 18 天时鸡皮的挥发性盐基氮超出国标限值,由此,建议粤式盐焗鸡在加工后采用真空、避光和低温运输及贮藏,且贮藏期不宜超过 15 d。研究结果对 4 ℃真空包装的粤式盐焗鸡的上市具有一定的指导作用,但缺少对贮藏过程中盐焗鸡的营养成分如蛋白质的含量及氨基酸种类的变化及机理的研究,故此乃后期研究的重要方向。

参考文献

[1] MIR N A, RAFIQ A, KUMAR F, et al. Determinants of broiler chicken meat quality and factors affecting them: a review[J]. Journal of Food Science & Technology, 2017, 54(10): 2 997-3 009.
 [2] 应月, 王琴, 白卫东, 等. 盐焗鸡生产加工现状及进展[J]. 农产品加工: 学刊, 2012(8): 98-100, 123.
 [3] 朱南新. 盐焗鸡肉质改善方法研究[D]. 广州: 华南理工大学, 2013: 24-37.
 [4] 任琳, 赵冰, 赵燕, 等. 盐焗鸡翅贮存特性的研究[J]. 肉类研究,

2012, 26(6): 34
 [5] 李秋庭, 吴建文. 盐焗鸡贮藏品质变化及货架期预测模型[J]. 食品科技, 2015, 40(2): 157-162.
 [6] 胡新, 姚亚明, 王鹏, 等. 不同冻结和解冻方式对猪肉品质的影响[J]. 食品工业科技, 2017, 38(19): 278-283.
 [7] 李淑娜. 用石油醚代替乙醚检测食油中的酸价[J]. 医药论坛杂志, 2011, 32(18): 91-92.
 [8] 顾苗青, 周厚源, 李汴生, 等. 肉鸡翅根烘烤过程中品质变化[J]. 食品与发酵工业, 2014, 40(11): 64-69.
 [9] 李威. 软包装盐焗鸡翅的质量控制与改善研究[D]. 广州: 华南理工大学, 2011.
 [10] 魏健. 熏马肉煮制熟化及贮藏期品质变化的研究[D]. 乌鲁木齐: 新疆农业大学, 2016: 28-29.
 [11] KIM D, LEE S, LEE K, et al. Development of a pH indicator composed of high moisture-absorbing materials for real-time monitoring of chicken breast freshness[J]. Food Science & Biotechnology, 2017, 26(1): 37-42.
 [12] QIAO Lu, TANG Xiu-Ying, DONG Jun. A feasibility quantification study of total volatile basic nitrogen (TVB-N) content in duck meat for freshness evaluation[J]. Food Chemistry, 2017, 237: 1 179-1 185.
 [13] 我国传统腌腊肉制品中脂肪的酸败及其控制[N]. 中国食品质量报, 2009-09-26(006).
 [14] 李升升, 靳义超, 闫忠心. 运输温度对牦牛肉品质的影响及其相关性分析[J]. 食品与机械, 2017, 33(6): 143-146.
 [15] HYLDIG G, NIELSEN D. A review of sensory and instrumental methods used to evaluate the texture of fish muscle[J]. Journal of Texture Studies, 2010, 32(3): 219-242.

(上接第 85 页)

[2] 王福军, 张玲, 张志民. 轴流泵不稳定流场的压力脉动特性研究[J]. 水利学报, 2007, 38(8): 1 003-1 009.
 [3] GUO Shi-jie, YOSHIYUKI Maruta. Experimental investigations on pressure fluctuations and vibration of the impeller in a centrifugal pump with vaned diffusers[J]. JSME International Journal, 2005, 48(1): 136-143.
 [4] 朱荣生, 苏保稳, 杨爱玲, 等. 离心泵压力脉动特性分析[J]. 农业机械学报, 2010, 41(11): 43-47.
 [5] 王肖伟, 仲兆平, 王泽宇, 等. 流化床内生物质石英砂混合流动压力脉动频谱特性[J]. 中南大学学报: 自然科学版, 2016, 47(1): 279-285.
 [6] 王春林, 杨晓勇, 李长军, 等. 混流式主泵模型泵内部流场压力脉动特性研究[J]. 核动力工程, 2013, 34(4): 47-52.
 [7] 牟介刚, 刘剑, 郑水华, 等. 隔舌对离心泵压力脉动特性及内部流场的影响[J]. 中南大学学报: 自然科学版, 2016, 47(12): 4 090-4 098.
 [8] 高强, 吴伟蔚, 李金国. 摆线转子式机油泵的流体特性分析[J]. 机床与液压, 2011, 39(13): 29-32.
 [9] 袁寿其, 薛菲, 袁建平, 等. 离心泵压力脉动对流动噪声影响的试验研究[J]. 排灌机械, 2009, 27(5): 287-290.
 [10] 代翠, 孔繁余, 董亮, 等. 泵作透平尾水管压力脉动特性分析与试验[J]. 中南大学学报: 自然科学版, 2015, 46(8): 3 131-

3 137.
 [11] 张德胜, 耿琳琳, 施卫东, 等. 轴流泵水力模型压力脉动和振动特性的试验研究[J]. 农业机械学报, 2015, 46(6): 66-72.
 [12] 王松林, 谭磊, 王玉川. 离心泵瞬态空化流动及压力脉动特性[J]. 振动与冲击, 2013, 32(22): 168-173.
 [13] 施卫东, 姚捷, 张德胜, 等. 不同转速下轴流泵压力脉动试验[J]. 农业机械学报, 2014, 45(3): 66-71.
 [14] 马富银, 黄新良, 吴伟蔚, 等. 齿轮机油泵性能测试试验方案设计[J]. 噪声与振动控制, 2012(3): 212-216.
 [15] 叶宪枝. 圆弧一摆线转子泵结构设计及流场特性仿真分析[D]. 重庆: 重庆大学, 2012: 16-20.
 [16] 王玉川, 谭磊, 曹树良, 等. 离心泵叶轮区瞬态流动及其压力脉动特性[J]. 机械工程学报, 2014, 50(10): 163-169.
 [17] LIU Shu-hong, LI Sheng-cai, WU Yu-lin. Pressure fluctuation prediction of a model Kaplan turbine by unsteady turbulent flow simulation [J]. Journal of fluids Engineering, 2009, 297(5 866): 495-496.
 [18] 刘厚林, 周孝华, 王凯, 等. 多级离心泵径向导叶内压力的脉动特性[J]. 中南大学学报: 自然科学版, 2014, 45(9): 3 295-3 300.
 [19] 张方晓. 内啮合齿轮泵流量特性的研究[D]. 济南: 济南大学, 2006: 33-35.
 [20] 施卫东, 姚捷, 张德胜, 等. 采样频率和时间对轴流泵压力脉动特性的影响[J]. 排灌机械工程学报, 2013, 31(3): 190-194.