

畜禽肉和鱼虾肉-40℃贮藏期间品质变化

孔凡华¹, 张洪惟¹, 黄 华², 崔 旻³, 贺 青¹, 赵 玥¹, 徐文英¹, 杨春雪¹, 木其尔¹, 崔亚娟^{1,*}

(1.北京市营养源研究所, 北京市系统营养工程技术研究中心, 北京 100069;

2.北京市产品质量监督检验院, 北京 101300; 3.北京市食品安全监控和风险评估中心, 北京 100094)

摘 要: 选择-40℃贮藏条件, 以典型畜禽肉、鱼虾肉为研究对象, 选取猪肉、牛肉、羊肉、鸡肉、鱼肉和虾肉共6类肉样, 通过厂家直供、超市和农贸市场购买总计16个样品, 在贮藏360 d期间, 测定肉样感官、理化指标和营养成分含量的变化。结果表明: 随着贮藏时间的延长, 各肉样的感官评分均呈现下降趋势, 新鲜度持续下降, 但均可满足食用要求; 肉样的水分含量均在标准范围内波动; 肉样的蛋白质、脂肪和脂肪酸等营养成分含量均在小范围内波动, 无明显变化趋势。因此, 畜禽肉、鱼虾肉在-40℃贮藏360 d, 能够保持可食用状态。

关键词: 畜禽肉; 鱼虾肉; 冻藏; 品质变化; 感官评价; 营养成分

Quality Changes of Meat, Fish and Shrimp during Storage at -40℃

KONG Fanhua¹, ZHANG Haowei¹, HUANG Hua², CUI Yang³, HE Qing¹, ZHAO Yue¹, XU Wenying¹, YANG Chunxue¹, MU Qier¹, CUI Yajuan^{1,*}

(1.Beijing Engineering Research Centre of System-Nutrition, Beijing Institute of Nutrition Resources, Beijing 100069, China;

2.Beijing Products Quality Supervision and Inspection Institute, Beijing 101300, China;

3.Beijing Municipal Center for Food Safety Monitoring and Risk Assessment, Beijing 100094, China)

Abstract: In this research, 16 samples of pork, beef, mutton, chicken, fish and shrimp directly provided by producers or procured from supermarkets or farmer's markets were stored at -40℃ for up to 360 days. Changes in the sensory, physicochemical and nutritional properties of the samples were measured during the storage period. The results showed that sensory evaluation score, together with freshness, decreased with storage time for all samples, but most of the samples were still edible; water content fluctuated in the standard range; the contents of nutrients such as proteins, fats and fatty acids fluctuated in a small range without significant changes. In conclusion, meat, fish and shrimp were still edible after 360 days of storage at -40℃.

Keywords: meat; fish and shrimp flesh; cold storage; quality changes; sensory evaluation; nutrient contents

DOI:10.7506/rlyj1001-8123-20210511-129

中图分类号: TS201.1

文献标志码: A

文章编号: 1001-8123 (2021) 07-0038-06

引文格式:

孔凡华, 张洪惟, 黄华, 等. 畜禽肉和鱼虾肉-40℃贮藏期间品质变化[J]. 肉类研究, 2021, 35(7): 38-43. DOI:10.7506/rlyj1001-8123-20210511-129. <http://www.rlyj.net.cn>

KONG Fanhua, ZHANG Haowei, HUANG Hua, et al. Quality changes of meat, fish and shrimp during storage at -40℃[J]. Meat Research, 2021, 35(7): 38-43. DOI:10.7506/rlyj1001-8123-20210511-129. <http://www.rlyj.net.cn>

近年来, 国内居民肉类食品的消费能力持续增长^[1], 随着人们生活水平的提升, 肉品品质成为消费者挑选肉品的关注点之一^[2]。调查研究表明, 消费者更倾向于购买热鲜肉和冷鲜肉, 消费者认为, 冷冻肉

的质量和营养价值不如热鲜肉和冷鲜肉^[2]。品牌大厂对于冷鲜肉的广告推广使消费者对冷鲜肉更信任、更放心, 相比之下, 消费者对于购买冷冻肉的意愿进一步降低^[2-4]。

收稿日期: 2021-05-11

基金项目: 北京市食品药品监督管理局科技专项 (160922)

第一作者简介: 孔凡华 (1989—) (ORCID: 0000-0001-9741-5904), 女, 工程师, 硕士, 研究方向为食物营养。

E-mail: 605085941@qq.com

*通信作者简介: 崔亚娟 (1979—) (ORCID: 0000-0002-0493-1780), 女, 研究员, 博士, 研究方向为食物营养分析检测及应用研究。E-mail: cuiyj66@163.com



冷藏是肉品贮藏的基本方法之一,非常易于工业化^[5]。冷冻肉能有效延长肉品的贮藏时间,调节市场供需关系,达到间接调解肉类产品市场价格的目的。因此,冷藏是目前应用最广泛、最经济,也是最有效的肉品贮藏方法。冷藏分为冷却和冻结,食品中所含水分在降温过程中未变成冰晶为冷却,对应肉类产品即为冷却肉;所含水分形成冰晶为冻结,长时间在 $-18\text{ }^{\circ}\text{C}$ 以下温度冷冻贮藏的热鲜肉和冷却肉即为冷冻肉^[6-7]。冷却肉从屠宰到市场售卖中间环节复杂,必须严格处于 $0\sim 4\text{ }^{\circ}\text{C}$ 的环境中,若不严格控制,畜禽肉会出现发黏、变色、有异味等现象,产生微生物腐败^[8-9]。冷冻肉在口感上比热鲜肉和冷却肉差一些,除了极少一部分嗜冷菌以外,大部分细菌在温度处于 $-10\sim -15\text{ }^{\circ}\text{C}$ 时都会停止生长,所以冷冻肉与热鲜肉和冷却肉相比更加安全、卫生^[10-11]。

本研究选取市场常见的4类畜禽肉品和2类水产肉品,通过厂家直供、超市和农贸市场购买共计16个样品, $-40\text{ }^{\circ}\text{C}$ 条件下贮藏360 d,进行样品感官评分、pH值、水分、蛋白质、脂肪、脂肪酸含量测定,研究畜禽肉和鱼虾肉在 $-40\text{ }^{\circ}\text{C}$ 条件下贮藏360 d的品质变化。

1 材料与方法

1.1 材料与试剂

4种畜禽肉品包括猪肉、牛肉、羊肉和鸡肉,分别采样自厂家、超市和农贸市场,猪肉1号样采自厂家、猪肉2号样采自超市、猪肉3号样采自农贸市场,牛肉、羊肉和鸡肉样品编号同上,其中猪肉选择肥瘦均匀的精品五花肉,牛肉为牛腩,羊肉为羊腿,鸡肉为鸡胸肉和琵琶腿各半的均匀混合肉。肉品取样均为新鲜肉,取样后用冰袋保存。

鱼肉和虾肉购自超市和农贸市场,分别为鲈鱼和海虾,共4个样品,分别编号为鱼肉2号、鱼肉3号、虾肉2号、虾肉3号,其中,鱼肉、虾肉2号样采自超市,3号样采自农贸市场,在超市采集的鱼虾为冰鲜样品,在农贸市场采集的鱼虾为鲜活样品。

邻苯二甲酸氢钾、磷酸二氢钾、磷酸氢二钠、酒石酸氢钾、柠檬酸氢二钠、一水柠檬酸、氢氧化钠、氯化钾、碘乙酸、乙醚、无水乙醇、抗坏血酸、氢氧化钾、乙醚、石油醚、无水硫酸钠、盐酸(均为分析纯)国药集团化学试剂有限公司;正庚烷、异辛烷(均为色谱纯)赛默飞世尔科技公司;十一碳酸甘油三酯、混合脂肪酸甲酯标准品 美国Sigma公司。

1.2 仪器与设备

BS224S分析天平 德国赛多利斯科学仪器(北京)有限公司;FE28 pH计 梅特勒-托利多国际贸易(上海)有限公司;DH-101电热恒温干燥箱 天津市

中环实验电炉有限公司;KJ 2300自动凯氏定氮仪 丹麦福斯集团公司;DZKW-4恒温水浴锅 北京中兴伟业仪器有限公司;EYELA N-1100旋转蒸发仪 东京理化株式会社;TRACE1310气相色谱仪(配备氢火焰离子检测器)、毛细管色谱柱(聚二氰丙基硅氧烷强极性固定相, $100\text{ m}\times 0.25\text{ mm}$, $0.2\text{ }\mu\text{m}$) 美国Agilent公司。

1.3 方法

1.3.1 样品制备

样品处理前,先使用紫外灯照射绞肉机30 min进行灭菌处理,之后每处理完一个样品都用紫外灯照射绞肉机30 min,防止样品处理过程中带入杂菌,同时,避免不同样品的菌类交叉污染。将搅碎混匀的样品单独包装,每个样品均匀分装成12份,在 $4\text{ }^{\circ}\text{C}$ 条件下贮藏1 d后置于 $-18\text{ }^{\circ}\text{C}$ 贮藏30 d,之后于 $-40\text{ }^{\circ}\text{C}$ 条件下贮藏至360 d。期间,各肉样在贮藏1、7、15、30、60、90、120、150、180、360 d分别取样进行感官评价、理化指标和营养成分含量测定。

1.3.2 感官评价

感官评价时,以色泽^[12]、质地、气味^[13]、状态^[14]等作为指标,采用5段评分法,评分标准为每个指标满分10分,各指标得分平均分9~10分为最好,平均分8~9分为好,平均分6~8分为较好,平均分3~5分为较差,平均分0~2分为最差,平均分6分以上为鲜度良好。10位感官评价人员评分的平均值作为每个样品的感官得分。感官评分标准如表1所示。

表1 感官评分标准

Table 1 Sensory evaluation criteria

感官评分	色泽	组织状态	气味
9~10	明亮,有光泽	肉质紧密,富有弹性	正常鲜肉味
8~9	稍暗淡,略无光泽	肉质较紧密,弹性较好	正常肉味,微弱腥味
6~8	较暗淡,较无光泽	肉质稍软,弹性稍差	略带腥味和异味
3~5	暗淡,无光泽	肉质松软,弹性较差	明显的腥臭味和异味
0~2	非常暗淡,无光泽	肉质极软,弹性很差	强烈的腥臭味和异味

1.3.3 理化指标和营养成分含量测定

pH值:按照GB 5009.237—2016《食品安全国家标准 食品pH值的测定》^[15]方法测定;水分含量:按照GB 5009.3—2016《食品安全国家标准 食品中水分的测定》^[16]第一法测定;蛋白质含量:按照GB 5009.5—2016《食品安全国家标准 食品中蛋白质的测定》^[17]第一法测定;脂肪含量:按照GB 5009.6—2016《食品安全国家标准 食品中脂肪的测定》^[18]第二法测定;脂肪酸含量:按GB 5009.168—2016《食品安全国家标准 食品中脂肪酸的测定》^[19]第一法测定,测定结果为脂肪酸总量。

1.4 数据处理

数据经Microsoft Office Excel 2016和SPSS 2.0软件进行整理及分析。

2 结果与分析

2.1 肉样-40℃贮藏期间感官评价结果

表2 肉样-40℃贮藏期间感官评分
Table 2 Sensory scores of meat, fish and shrimp samples stored at -40℃

样品编号	贮藏时间/d									
	1	7	15	30	60	90	120	150	180	360
猪肉1号	9.8±0.4	9.4±0.3	8.2±0.4	8.4±0.3	7.4±0.5	7.3±0.7	7.1±0.5	6.9±0.3	6.6±0.4	6.1±0.5
猪肉2号	9.4±0.5	8.4±0.4	8.2±0.3	7.4±0.2	7.0±0.3	6.8±0.5	6.6±0.4	6.4±0.4	6.2±0.6	6.0±0.2
猪肉3号	10.0±0.3	8.4±0.4	8.2±0.3	8.0±0.5	7.8±0.4	7.4±0.4	7.2±0.3	6.4±0.6	6.2±0.6	6.0±0.5
牛肉1号	9.4±0.4	8.4±0.3	8.2±0.3	7.4±0.4	7.2±0.5	7.0±0.6	6.8±0.3	6.6±0.4	6.2±0.3	6.1±0.2
牛肉2号	10.0±0.3	9.4±0.4	9.0±0.3	8.4±0.5	7.4±0.5	6.8±0.4	7.2±0.4	6.4±0.3	6.4±0.6	6.0±0.1
牛肉3号	9.4±0.1	9.2±0.2	8.4±0.3	7.3±0.3	7.1±0.4	6.4±0.6	6.2±0.6	6.0±0.5	6.1±0.5	6.0±0.4
羊肉1号	9.4±0.4	8.4±0.7	8.3±0.7	8.2±0.5	7.4±0.6	7.8±0.6	7.2±0.4	6.9±0.3	6.6±0.5	6.4±0.6
羊肉2号	10.0±0.6	9.4±0.7	8.3±0.7	8.0±0.6	7.8±0.6	7.4±0.7	7.2±0.7	6.9±0.5	6.7±0.4	6.2±0.4
羊肉3号	9.4±0.5	9.2±0.5	8.8±0.6	7.4±0.6	7.2±0.4	7.0±0.3	6.9±0.4	6.4±0.5	6.3±0.6	6.0±0.5
鸡肉1号	10.0±0.5	8.4±0.6	8.2±0.4	8.0±0.7	7.4±0.7	6.4±0.6	6.2±0.4	6.2±0.6	6.0±0.6	6.0±0.5
鸡肉2号	9.4±0.4	8.4±0.7	8.2±0.5	8.0±0.8	7.8±0.8	7.4±0.6	7.0±0.5	6.8±0.4	6.4±0.8	6.1±0.3
鸡肉3号	9.4±0.6	7.4±0.5	7.2±0.4	7.2±0.7	7.0±0.7	6.7±0.6	6.4±0.5	6.4±0.7	6.2±0.6	6.1±0.4
鱼肉2号	9.3±0.3	8.4±0.5	8.4±0.6	8.2±0.7	8.0±0.6	7.9±0.5	7.7±0.4	7.6±0.6	7.5±0.7	6.4±0.7
鱼肉3号	10.0±0.4	9.4±0.3	8.4±0.5	8.3±0.6	8.0±0.5	7.4±0.4	7.2±0.6	6.4±0.4	6.2±0.8	6.1±0.7
虾肉2号	9.4±0.6	9.2±0.6	8.4±0.7	8.2±0.4	7.4±0.5	7.1±0.6	6.3±0.8	6.3±0.7	6.2±0.7	6.0±0.8
虾肉3号	10.0±0.4	8.4±0.6	8.2±0.7	7.4±0.5	7.4±0.4	7.2±0.5	7.0±0.6	6.8±0.7	6.4±0.6	6.2±0.4

由表2可知,肉样在-40℃贮藏条件下,随着贮藏时间的延长,感官评分基本呈现下降趋势,贮藏360d,各肉样的平均感官评分均在6分以上,表明鲜度良好。除鸡肉外,从厂家直接购买和从超市购买的肉样感官评分均整体略高于从农贸市场购买的肉样,这可能是因为厂家和超市在贮藏肉品过程中比农贸市场更规范。贮藏360d,肉样感官评分虽然都在6分以上,但是相比于刚购买的新鲜肉品,肉品的颜色和气味有较为明显的差异,感官评分明显下降。

2.2 肉样-40℃贮藏期间pH值测定结果

表3 肉样-40℃贮藏期间pH值测定结果
Table 3 Changes in pH of meat, fish and shrimp samples stored at -40℃

样品编号	贮藏时间/d									
	1	7	15	30	60	90	120	150	180	360
猪肉1号	6.21±0.23	5.92±0.12	5.83±0.43	5.83±0.28	5.94±0.32	5.85±0.44	6.22±0.31	6.04±0.16	5.71±0.25	6.02±0.21
猪肉2号	5.71±0.13	5.73±0.22	5.74±0.35	5.80±0.42	5.92±0.41	5.96±0.10	5.91±0.12	5.97±0.21	5.82±0.35	5.83±0.41
猪肉3号	5.92±0.12	5.81±0.16	5.94±0.28	6.07±0.39	6.03±0.46	6.04±0.35	6.21±0.37	5.82±0.19	6.07±0.21	5.90±0.15
牛肉1号	5.51±0.18	5.52±0.12	5.54±0.42	5.61±0.31	5.82±0.15	5.74±0.41	5.81±0.16	5.77±0.25	5.74±0.34	5.73±0.37
牛肉2号	5.71±0.23	5.82±0.31	5.85±0.15	5.87±0.28	6.02±0.39	6.08±0.41	6.17±0.18	5.95±0.29	5.82±0.33	5.90±0.14
牛肉3号	6.27±0.21	6.31±0.15	6.42±0.17	6.44±0.15	6.67±0.15	6.60±0.11	6.53±0.31	6.46±0.42	6.51±0.16	6.42±0.27
羊肉1号	5.51±0.25	5.50±0.42	5.57±0.15	5.71±0.27	5.73±0.27	5.78±0.17	6.02±0.41	5.74±0.11	5.82±0.27	5.71±0.33
羊肉2号	5.61±0.31	5.63±0.38	5.75±0.28	5.62±0.39	5.87±0.39	6.18±0.25	5.89±0.42	5.81±0.18	5.77±0.38	5.82±0.42
羊肉3号	5.61±0.42	5.72±0.29	5.83±0.29	5.90±0.42	6.12±0.41	6.14±0.28	6.19±0.39	6.03±0.15	5.91±0.41	5.95±0.38
鸡肉1号	6.12±0.12	6.18±0.27	6.20±0.31	6.34±0.45	6.41±0.42	6.45±0.23	6.53±0.25	6.27±0.26	6.29±0.29	6.21±0.29
鸡肉2号	5.91±0.24	6.13±0.14	6.22±0.33	6.40±0.41	6.47±0.23	6.45±0.22	6.36±0.31	6.44±0.31	6.31±0.27	6.02±0.17
鸡肉3号	6.21±0.26	5.91±0.35	6.01±0.25	6.04±0.42	6.19±0.32	6.08±0.21	6.21±0.34	6.14±0.32	6.08±0.25	6.07±0.24
鱼肉2号	6.31±0.23	6.28±0.42	6.42±0.17	6.44±0.48	6.47±0.18	6.51±0.15	6.52±0.33	6.33±0.35	6.37±0.34	6.36±0.26
鱼肉3号	6.61±0.22	6.63±0.18	6.73±0.29	6.68±0.11	6.79±0.17	6.68±0.26	6.93±0.35	6.64±0.25	6.69±0.36	6.70±0.28
虾肉2号	6.21±0.15	6.68±0.16	6.82±0.41	6.74±0.15	6.84±0.25	6.82±0.31	7.04±0.38	6.82±0.38	6.77±0.24	6.73±0.31
虾肉3号	6.88±0.19	6.86±0.11	6.82±0.11	6.84±0.41	7.13±0.28	7.07±0.33	7.03±0.41	6.72±0.42	6.77±0.37	7.01±0.33

由表3可知,6种肉样-40℃贮藏期间的pH值均在一定范围内波动,畜禽肉的pH值整体小于鱼、虾肉,为5.5~6.6,且波动并无明显的升降或峰谷趋势。鱼、虾肉中,除了鱼肉2号样品和虾肉2号贮藏1d样品的pH值波动范围低于GB/T 36187—2018《冷冻鱼糜》规定的6.5~7.4,其余样品均符合国家标准要求。鱼肉2号样品初始pH值低于国家标准,可能是因为鱼肉2号是采自于超市的冰鲜鲈鱼,样品在冰鲜保存过程中发生了一定程度的酸败,从而影响了检测结果。

2.3 肉样-40℃贮藏期间水分含量测定结果

表4 肉样-40℃贮藏期间水分含量测定结果
Table 4 Changes in water contents of meat, fish and shrimp samples during storage at -40℃

样品编号	贮藏时间/d										%
	1	7	15	30	60	90	120	150	180	360	
猪肉1号	41.51±1.92	42.76±1.45	43.56±2.04	51.56±1.79	48.13±0.54	37.78±1.32	44.56±2.23	39.89±2.05	57.24±0.15	43.67±1.25	
猪肉2号	49.78±0.53	52.04±3.12	52.45±2.31	53.56±1.52	53.38±1.01	49.78±1.25	50.14±1.58	57.89±2.31	58.45±0.18	49.45±1.13	
猪肉3号	44.56±2.31	48.44±2.28	49.89±1.35	49.89±1.27	50.14±0.98	44.44±0.52	44.89±0.31	48.56±0.45	47.27±0.68	48.24±0.82	
牛肉1号	60.04±2.77	63.89±2.52	64.33±1.64	61.18±1.38	64.54±1.54	65.82±1.83	62.09±0.96	62.71±0.87	61.44±0.42	67.07±0.51	
牛肉2号	63.43±0.61	62.38±0.54	62.72±1.13	59.07±1.82	61.42±2.01	62.04±3.05	61.09±0.64	58.04±0.55	65.07±1.25	63.78±1.38	
牛肉3号	70.64±1.14	68.93±1.37	70.78±1.52	70.21±1.67	68.78±1.25	68.44±1.38	64.79±1.49	72.21±1.62	69.24±1.17	71.04±1.85	
羊肉1号	60.44±1.44	57.52±1.23	57.24±1.51	61.83±1.25	59.67±0.68	52.14±0.92	65.53±1.35	55.84±2.37	57.13±3.12	55.78±2.28	
羊肉2号	61.52±1.15	59.56±1.32	63.89±1.74	56.89±1.85	61.44±1.97	61.44±2.02	55.56±2.14	58.89±1.98	59.04±0.96	65.03±0.83	
羊肉3号	58.67±1.35	60.89±2.27	58.13±1.32	62.78±1.45	54.42±1.38	64.13±1.92	53.89±1.47	61.03±1.78	58.54±1.96	65.04±1.72	
鸡肉1号	74.33±1.15	74.89±0.98	74.89±1.52	74.44±1.64	74.31±1.83	74.56±1.92	75.11±1.37	77.04±1.84	74.43±1.48	74.21±1.79	
鸡肉2号	74.78±1.89	76.34±1.97	75.67±2.23	75.45±2.25	73.78±1.05	75.41±1.27	74.30±1.09	75.21±0.94	76.14±0.96	74.78±1.31	
鸡肉3号	75.40±1.38	75.23±1.95	75.33±2.07	74.56±2.14	75.13±2.31	74.89±3.05	74.34±3.14	74.32±0.98	74.78±0.76	75.78±0.95	
鱼肉2号	76.89±2.13	77.13±2.25	76.44±1.38	75.74±1.57	76.13±1.49	74.04±2.21	76.32±2.35	76.44±0.98	76.78±3.04	77.21±1.74	
鱼肉3号	77.24±1.15	78.67±1.47	76.34±1.52	74.78±2.21	75.21±2.35	74.67±2.48	76.33±1.52	76.04±1.67	71.67±1.31	76.45±0.97	
虾肉2号	73.04±0.52	73.78±1.85	73.78±1.97	73.67±1.72	73.67±1.43	73.56±1.25	73.34±1.44	71.04±1.56	73.02±1.38	73.45±1.07	
虾肉3号	76.56±1.45	76.78±1.92	76.20±1.37	76.21±2.15	76.78±2.28	76.78±2.34	76.33±2.58	76.42±2.49	77.01±2.32	78.21±2.18	

由表4可知,不同肉样的水分含量差异较大,其中猪肉的水分含量最低。根据GB 18394—2001《畜禽肉水分限量》和GB/T 18109—2011《冻鱼》中的规定,猪肉、牛肉、鸡肉的水分含量不高于77%,羊肉的水分含量不高于78%,冻鱼水分含量不高于86%。在-40℃贮藏360d内,猪肉、牛肉、羊肉、鸡肉、鱼肉、虾肉样品的水分含量均符合国家标准要求,各类肉样的水分含量波动无明显趋势。

2.4 肉样-40℃贮藏期间蛋白质含量测定结果

由表5可知,不同肉样蛋白质含量差异明显,其中鸡肉和鱼、虾肉中蛋白质含量相对较高。3个猪肉样品在贮藏早期蛋白质含量较低,后期有明显升高,鸡肉和虾肉样品的蛋白质含量整体呈下降趋势,其他种类的肉样基本处于稳定波动的状态。蛋白质含量受多方面的影响,如水分含量、蛋白质酶解或氧化分解等。

表5 肉样-40℃贮藏期间蛋白质含量测定结果

Table 5 Changes in protein contents in meat, fish and shrimp samples stored at -40℃

样品编号	贮藏时间/d										%
	1	7	15	30	60	90	120	150	180	360	
猪肉1号	9.53±0.25	9.39±0.38	12.41±0.45	13.67±0.52	13.89±0.32	18.34±0.44	18.45±0.38	19.67±0.45	19.44±0.69	18.67±0.52	
猪肉2号	16.78±0.48	16.78±0.56	16.89±0.38	18.78±0.41	18.89±0.52	19.01±0.63	19.56±0.45	21.03±0.75	21.34±0.83	19.67±0.96	
猪肉3号	15.78±0.22	15.33±0.43	13.67±0.52	14.21±0.44	14.56±0.38	18.24±0.82	17.56±0.76	18.67±0.54	17.13±0.48	17.78±0.46	
牛肉1号	19.56±0.77	18.67±0.65	17.43±0.83	19.04±0.72	18.54±0.66	18.41±0.68	18.04±0.56	16.41±0.72	16.56±0.37	15.64±0.85	
牛肉2号	16.78±0.45	18.45±0.56	16.89±0.71	19.44±0.42	19.42±0.98	19.45±0.85	19.45±0.47	18.78±0.71	18.41±0.82	17.13±0.43	
牛肉3号	20.32±0.35	21.56±0.88	17.31±0.12	21.78±0.54	21.45±0.62	20.22±0.37	21.13±0.65	18.78±0.41	18.04±0.47	17.56±0.32	
羊肉1号	15.78±0.41	15.56±0.43	18.42±0.51	18.56±0.62	16.21±0.77	17.03±0.61	17.01±0.31	17.33±0.32	16.14±0.45	15.56±0.27	
羊肉2号	17.78±0.56	17.04±0.54	16.44±0.47	18.40±0.82	16.89±0.41	17.10±0.42	18.78±0.51	18.78±0.43	17.56±0.45	16.89±0.32	
羊肉3号	20.13±0.46	19.45±0.48	15.89±0.39	17.11±0.37	20.56±0.52	19.89±0.51	18.89±0.45	18.31±0.54	18.20±0.38	17.67±0.42	
鸡肉1号	22.22±0.88	21.21±0.47	20.56±0.85	20.67±0.67	20.31±0.57	19.67±0.62	19.56±0.71	19.03±0.46	18.45±0.65	18.24±0.64	
鸡肉2号	19.89±0.62	18.56±0.54	19.04±0.83	19.21±0.71	21.45±0.62	20.44±0.54	23.20±0.38	22.78±0.42	22.56±0.57	21.11±0.71	
鸡肉3号	18.56±0.42	19.78±0.47	17.78±0.52	21.45±0.37	20.89±0.57	20.67±0.42	19.78±0.38	18.33±0.42	18.45±0.37	17.89±0.52	
鱼肉2号	21.21±0.47	20.43±0.62	15.89±0.42	20.56±0.38	20.67±0.47	19.67±0.35	21.89±0.41	20.31±0.25	20.20±0.41	20.21±0.25	
鱼肉3号	18.22±0.25	18.13±0.38	17.56±0.26	19.14±0.41	19.40±0.51	20.56±0.47	19.67±0.52	18.45±0.66	18.20±0.78	17.89±0.61	
虾肉2号	22.42±0.37	22.56±0.52	18.45±0.48	22.89±0.35	22.89±0.61	20.78±0.52	23.31±0.23	22.20±0.34	21.22±0.33	20.89±0.45	
虾肉3号	21.24±0.42	21.21±0.15	20.13±0.62	19.78±0.38	21.34±0.42	21.01±0.51	20.78±0.23	18.30±0.38	17.31±0.42	18.67±0.17	

2.5 肉样-40℃贮藏期间脂肪含量测定结果

表6 肉样-40℃贮藏期间脂肪含量测定结果

Table 6 Changes in fat contents of meat, fish and shrimp samples stored at -40℃

样品编号	贮藏时间/d										%
	1	7	15	30	60	90	120	150	180	360	
猪肉1号	45.01±1.52	40.82±1.43	41.33±1.35	34.04±1.21	33.21±1.12	37.89±1.37	36.14±1.54	44.04±1.62	33.30±1.52	42.78±1.71	
猪肉2号	35.78±1.23	30.41±1.15	30.04±1.32	26.56±1.31	26.23±1.09	30.41±1.18	29.42±1.32	25.67±1.43	25.53±1.32	28.04±1.47	
猪肉3号	36.13±1.32	35.40±1.54	34.06±1.43	34.91±1.32	34.52±1.25	36.44±1.31	35.78±1.19	30.53±1.20	41.21±1.19	24.22±1.18	
牛肉1号	16.31±0.68	15.82±0.75	16.10±0.52	13.56±0.63	16.13±0.41	12.62±0.45	12.04±0.52	14.14±0.62	13.52±0.31	13.41±0.51	
牛肉2号	14.37±0.52	15.06±0.62	13.18±0.71	13.82±0.52	17.09±0.54	14.57±0.33	18.46±0.82	21.52±0.89	21.67±0.91	8.31±0.85	
牛肉3号	7.91±0.31	7.62±0.28	7.40±0.35	6.12±0.40	8.68±0.19	8.22±0.35	7.81±0.37	6.32±0.29	9.40±0.38	9.31±0.35	
羊肉1号	22.86±0.89	21.27±0.92	22.07±0.52	16.36±0.71	22.79±0.77	21.46±0.79	10.68±0.68	22.37±0.59	19.36±0.62	16.65±0.64	
羊肉2号	16.14±0.52	15.27±0.38	12.56±0.45	20.76±0.56	20.68±0.61	20.52±0.72	18.09±0.81	22.01±0.85	20.04±0.81	12.03±0.87	
羊肉3号	19.76±0.81	13.82±0.45	12.91±0.47	19.34±0.82	20.38±0.89	13.66±0.71	15.04±0.45	19.42±0.85	17.72±0.56	20.43±0.68	
鸡肉1号	2.22±0.11	2.11±0.13	2.10±0.10	2.72±0.12	3.21±0.11	2.56±0.11	2.45±0.12	1.72±0.08	1.91±0.10	2.62±0.11	
鸡肉2号	2.03±0.08	2.02±0.10	1.81±0.07	3.82±0.13	3.11±0.09	1.95±0.07	1.33±0.05	3.72±0.11	1.11±0.04	2.30±0.11	
鸡肉3号	2.61±0.13	2.51±0.12	1.52±0.08	2.03±0.12	2.91±0.13	2.71±0.11	1.51±0.09	1.42±0.07	1.74±0.06	3.03±0.11	
鱼肉2号	0.82±0.03	1.21±0.04	1.12±0.03	1.71±0.02	1.14±0.03	1.33±0.05	0.92±0.01	1.33±0.04	0.91±0.03	2.45±0.13	
鱼肉3号	2.27±0.12	2.04±0.10	2.03±0.12	3.72±0.13	4.04±0.15	2.91±0.12	1.92±0.07	2.73±0.12	2.64±0.15	3.04±0.17	
虾肉2号	0.43±0.02	0.41±0.01	0.22±0.01	0.73±0.03	0.64±0.02	0.74±0.03	0.28±0.01	0.21±0.01	0.14±0.01	1.11±0.10	
虾肉3号	0.52±0.01	0.43±0.01	0.41±0.01	0.62±0.02	0.44±0.01	0.38±0.01	0.29±0.01	0.31±0.01	0.18±0.01	1.01±0.07	

由表6可知,不同种类的肉样脂肪含量差异明显。鱼虾肉样品中的脂肪含量低于畜禽类肉样品。畜禽肉样品中,鸡肉的脂肪含量最低,猪肉的脂肪含量最高。不同种类肉样在-40℃贮藏360 d,脂肪含量整体呈现下降趋势。

2.6 肉样-40℃贮藏期间脂肪酸含量测定结果

由表7可知,不同种类的肉样,脂肪酸含量差异显著。其中猪肉样品脂肪酸含量最高,大多在30%以上,

畜禽肉样品中鸡肉脂肪酸含量最低。鱼肉和虾肉的脂肪酸含量明显低于畜禽肉。肉样在-40℃贮藏360 d期间,脂肪酸含量在一定范围内波动。6类肉样中脂肪酸含量与脂肪含量呈正相关,均表现为猪肉>牛肉≈羊肉>鸡肉>鱼肉>虾肉。

表7 肉样-40℃贮藏期间脂肪酸含量测定结果

Table 7 Changes in fatty acid contents in meat, fish and shrimp samples stored at -40℃

样品编号	贮藏时间/d										%
	1	7	15	30	60	90	120	150	180	360	
猪肉1号	41.71±2.02	40.72±2.05	40.63±1.96	34.20±1.58	25.84±1.31	36.21±1.52	36.28±1.65	43.89±2.21	33.78±1.97	43.56±2.38	
猪肉2号	34.01±1.92	27.42±1.83	29.89±1.71	27.04±1.31	24.21±1.25	20.67±1.16	27.44±1.25	24.13±1.31	28.89±1.51	24.24±1.37	
猪肉3号	34.41±1.25	37.11±1.81	32.13±1.91	33.54±1.71	32.23±1.65	34.24±1.43	33.31±1.52	30.78±1.81	41.89±2.17	28.67±1.71	
牛肉1号	17.12±0.78	14.89±0.58	14.23±0.29	14.14±0.52	17.23±0.87	10.82±0.71	11.93±0.63	14.64±0.57	14.40±0.42	15.14±0.38	
牛肉2号	11.48±0.52	11.72±0.71	13.14±0.68	10.93±0.67	17.56±0.56	13.18±0.57	16.87±0.81	19.02±0.72	18.00±0.89	13.51±0.97	
牛肉3号	6.63±0.41	7.06±0.35	7.45±0.27	6.60±0.39	8.91±0.42	8.06±0.47	6.69±0.51	5.12±0.21	9.04±0.31	5.34±0.11	
羊肉1号	21.61±0.89	17.52±0.71	20.21±0.91	16.04±0.71	23.09±0.64	20.85±0.64	8.96±0.27	20.61±0.97	21.32±1.10	21.64±0.87	
羊肉2号	13.13±0.42	18.23±0.98	11.44±0.34	14.72±0.36	15.63±0.42	17.33±0.75	17.42±0.63	13.43±0.34	20.82±0.91	15.62±0.71	
羊肉3号	12.72±0.54	14.72±0.38	21.51±0.99	16.52±0.57	20.03±0.79	12.34±0.52	12.42±0.43	20.01±0.76	18.23±0.71	18.54±0.73	
鸡肉1号	2.03±0.10	2.65±0.11	2.61±0.12	2.69±0.09	2.82±0.13	2.24±0.12	2.52±0.13	2.23±0.07	3.22±0.14	2.36±0.10	
鸡肉2号	2.03±0.09	2.02±0.07	2.36±0.09	3.96±0.10	2.43±0.09	1.86±0.07	2.37±0.10	3.30±0.11	1.21±0.04	2.61±0.09	
鸡肉3号	2.58±0.06	2.33±0.10	2.47±0.08	2.10±0.09	2.46±0.11	2.53±0.02	2.56±0.10	2.47±0.09	2.39±0.08	2.82±0.10	
鱼肉2号	0.80±0.03	1.39±0.04	1.31±0.04	1.14±0.03	1.01±0.02	1.21±0.04	0.95±0.01	1.76±0.02	1.47±0.01	1.59±0.03	
鱼肉3号	0.42±0.01	0.61±0.02	0.72±0.01	3.17±0.12	2.63±0.11	2.75±0.10	2.56±0.13	2.59±0.12	1.58±0.09	3.92±0.14	
虾肉2号	0.42±0.02	0.61±0.03	0.72±0.04	0.74±0.03	0.58±0.02	0.72±0.04	0.63±0.03	0.73±0.02	0.72±0.01	0.70±0.02	
虾肉3号	0.72±0.02	0.60±0.01	0.60±0.02	0.67±0.03	0.50±0.01	0.52±0.01	0.72±0.02	0.70±0.02	0.65±0.01	0.69±0.02	

3 讨论

各类肉样在-40℃条件下贮藏360 d,感官评分随着贮藏时间的延长持续下降,但均表现出良好的质感,未发生严重的感官变质^[20]。为了保持样品的均匀性,肉样在贮藏前经过粉碎搅拌处理,导致无法对肉样品的剪切力和软硬程度、嚼劲等感官品质进行判断^[21-22]。低温环境虽然可以降低各种酶的活性,但在搅拌过程中,氧气与肉样充分混合,在-40℃贮藏过程中,氧化反应持续进行,从而改变了肉样的色泽和气味,使肉样的感官评分降低^[23-24]。

畜禽肉的pH值主要在弱酸范围内(约为6.0±0.5)波动,水产类肉品的pH值在7附近,均符合国家标准规定的范围。因此根据该理化性质来判断,各类肉样并无明显的变质情况,表明-40℃的冷冻贮藏条件能够使各类肉品的pH值维持在一个较好的水平。

肉品中的水主要以3种形式存在:结合水、肌肉纤维间不易流动的水和细胞间隙中的自由水。其中以肌肉纤维间不易流动的水最多,约占肉品中总水分含量的85%,搅碎使肌肉纤维结构破坏严重,影响肉的持水性。各类肉品的水分含量均未超过国标限量,但是畜禽肉,尤其是猪肉的水分含量远低于国标限量(77%)。

这可能是由于样品贮藏前的搅拌处理导致肌肉细胞及部分蛋白结构被破坏,使肉品的持水性下降,部分水分在贮藏之前就已经流失;在冷冻过程中,冻结水形成的冰晶会再次破坏细胞及蛋白结构,致使持水性进一步下降^[25-27],从而导致在解冻、准备检测的时候,产生更为严重的汁液流失。

各类肉样中蛋白质含量均在一定范围内波动,部分肉样的蛋白质含量略有下降。主要原因可能是水分的流失导致部分可溶性蛋白质流失^[25-27]、蛋白质氧化分解以及酶或微生物等生物原因导致的蛋白质分解。而猪肉的蛋白质含量略有上升,可能是因为猪肉中水分流失较多、而蛋白质损失量低于水分流失量。鱼肉和虾肉的蛋白质含量在贮藏过程中缓慢下降,结合其水分含量相对稳定的状况分析,表明蛋白质在贮藏过程中明显被分解。由于蛋白质相较于小分子肽和氨基酸而言不易于人体吸收,因此蛋白质含量降低并不能直接表现为肉的营养价值降低,同时还要对小分子肽和氨基酸的含量加以测定,才能对肉中含氮化合物的营养价值进行判定。因此,在后续研究中,需要丰富不同种类含氮化合物的含量测定,从而对肉品的营养价值判断更加立体。

-40℃冷冻贮藏条件下,各类肉样的脂肪含量总体变化趋势不大,其波动变化主要受样品分装、水分流失、脂肪氧化、水解等因素影响。结合感官评价分析,肉品在贮藏后期产生了少量酸败气味,表明脂肪在贮藏期间被氧化^[28],低温冷冻能有效降低酶活性,使脂肪被氧化的速率减慢。而在贮藏前粉碎搅拌的操作使得肉与空气进行了充分混合,脂肪与氧气接触,这是导致脂肪被氧化的最主要原因。因此,可以推断出冷冻能有效防止脂肪氧化酸败,使肉的鲜度得以维持。

结合pH值、水分与蛋白质含量综合评价,各类肉品在-40℃贮藏条件下能够保持良好的新鲜程度,且无明显的腐败变质。但对于肉品的营养价值,因缺少氨基酸等小分子含氮化合物的含量检测,无法进行较为立体的营养价值判断。

脂肪酸含量总体处于波动状态,表明在-40℃冷冻贮藏条件下,能够较好地维持肉中脂肪酸含量,降低酶活性,从而减少酶解对脂肪酸的影响,但是氧化反应依然存在。脂肪酸是判断肉品营养价值和风味的重要指标之一^[29-30],且脂肪酸种类众多,不同类型脂肪酸营养贡献有所差别^[31]。在贮藏过程中,不同类型的脂肪酸所发生的反应有所不同,会提供不同的风味^[32-33]。后续研究可以用不同脂肪酸的含量和比例对肉品质量、风味、营养价值进行评判,或者深入研究不同类型脂肪酸比例对肉营养价值的影响。

4 结 论

各类肉样-40℃冻藏360 d,蛋白质、脂肪和脂肪酸含量在一定范围内波动,总体变化不大,无明显变化趋势,其波动主要受样品分装、水分流失、脂肪氧化和分解等因素影响。结合感官、pH值和水分含量综合评价,各类肉样在-40℃冻藏360 d能够保持良好的新鲜程度,无明显的营养成分损失,可以保持肉样原有的营养价值。

参考文献:

- [1] 张敬毅,张莉.我国居民禽肉消费调查与趋势分析[J].中国禽业导刊,2020,37(3):57-59.
- [2] 王琳,赵建梅,刘娜,等.我国生鲜畜禽产品消费偏好及其安全关注点分析[J].中国动物检疫,2021,38(2):68-74. DOI:10.3969/j.issn.1005-944X.2021.02.014.
- [3] 刘增金,乔娟,王晓华.品牌可追溯性信任对消费者食品消费行为的影响-以猪肉产品为例[J].技术经济,2016,35(5):104-111. DOI:10.3969/j.issn.1002-980X.2016.05.016.
- [4] 李昂,李卫华,滕翔雁,等.我国居民肉类消费情况调查[J].中国动物检疫,2020,37(4):35-38. DOI:10.3969/j.issn.1005-944X.2020.04.007.
- [5] 陈松.探讨肉品冷加工的必要性[J].河南畜牧兽医,2001(8):31-32. DOI:10.3969/j.issn.1008-5467.2001.03.009.
- [6] 丁翠华.热、冷鲜肉和冷冻肉比较[J].农家顾问,2008(8):55. DOI:10.16734/j.cnki.issn1003-7152.2008.08.005.
- [7] 王宏升.冷鲜肉将成为生肉的消费主流[J].湖南农业,2005(11):21.
- [8] NYCHAS G J, SKANDAMIS P N, TASSOU C C, et al. Meat spoilage during distribution[J]. Meat Science, 2008, 78(1): 77-89. DOI:10.1016/j.meatsci.2007.06.020.
- [9] ERCOLINI D, CASABURI A, NASI A, et al. Different molecular types of *Pseudomonas fragi* have the same overall behaviour as meat spoilers[J]. International Journal of Food Microbiology, 2010, 142(1/2): 120-131. DOI:10.1016/j.ijfoodmicro.2010.06.012.
- [10] JOL S, KASSIANENKA A, WSZOL K, et al. The cold chain, one link in Canada's food safety initiatives[J]. Food Control, 2007, 18(6): 713-715. DOI:10.1016/j.foodcont.2006.03.006.
- [11] 张明珠,王敏,薛玉琴,等.冷冻后的猪肉比新鲜猪肉食用更安全[J].肉类工业,1996(4):27-29.
- [12] 杨淑芳,龙隆.冷冻肉出现的异常现象及处理方法[J].肉类工业,2000(12):37. DOI:10.3969/j.issn.1008-5467.2000.12.016.
- [13] 戴建华,徐敬乐.低温保藏下的肉制品的品质变化[J].肉品卫生,1999(10):5-7.
- [14] ARANNILEWA S T, SALAWU S O, SORUNGBE A A, et al. Effect of frozen period on the chemical, microbiological and sensory quality of frozen tilapia fish (*Sarotherodon galienus*)[J]. African Journal of Biotechnology, 2005, 4(8): 852-855. DOI:10.1177/026010600601800210.
- [15] 中华人民共和国国家卫生和计划生育委员会.食品安全国家标准食品pH值的测定:GB 5009.237—2016[S].北京:中国标准出版社,2016.
- [16] 中华人民共和国国家卫生和计划生育委员会.食品安全国家标准食品中水分的测定:GB 5009.3—2016[S].北京:中国标准出版社,2016.
- [17] 中华人民共和国国家卫生和计划生育委员会,国家食品药品监督管理总局.食品安全国家标准食品中蛋白质的测定:GB 5009.5—2016[S].北京:中国标准出版社,2016.



- [18] 中华人民共和国国家卫生和计划生育委员会, 国家食品药品监督管理总局. 食品安全国家标准 食品中脂肪的测定: GB 5009.6—2016[S]. 北京: 中国标准出版社, 2016.
- [19] 中华人民共和国国家卫生和计划生育委员会, 国家食品药品监督管理总局. 食品安全国家标准 食品中脂肪酸的测定: GB 5009.168—2016[S]. 北京: 中国标准出版社, 2016.
- [20] 杜江萍. 冷冻肉品储藏期间品质变化及控制措施[J]. 肉类研究, 2009, 23(11): 14-17.
- [21] 李同树, 刘凤民, 尹逊河. 鸡肉嫩度评定方法及其指标间的相关分析[J]. 畜牧兽医学报, 2004, 35(2): 171-177. DOI:10.3321/j.issn:0366-6964.2004.02.011.
- [22] LYON B G, LYON C E. Assessment of three devices used in shear tests of cooked breast meat[J]. Poultry Science, 1998, 77: 1585-1590. DOI:10.1093/ps/77.10.1585.
- [23] 付菊枝, 弓盛梅. 冷冻对肉质量的影响[J]. 肉类工业, 2000(11): 34. DOI:10.3969/j.issn.1008-5467.2000.11.015.
- [24] 王菁莎, 刘景彬. 热鲜肉、冻结肉、冷却肉之比较[J]. 肉品卫生, 2005(9): 32-33; 20.
- [25] 周爱梅, 曾庆孝, 刘欣, 等. 冷冻鱼糜蛋白在冻藏中的物理化学变化及影响因素[J]. 食品科学, 2003, 24(3): 153-157.
- [26] 杨贤庆. 鱼糜冷冻变性及其防止[J]. 制冷, 1994(3): 36-39.
- [27] FAROUK M M, WIELICZKO K J, MERTS I. Ultra-fast freezing and low storage temperatures are not necessary to maintain the functional properties of manufacturing beef[J]. Meat Science, 2003, 66: 171-179. DOI:10.1016/S0309-1740(03)00081-0.
- [28] 龚庆华, 杨树亭. 超期冻猪肉的肉脂变化[J]. 肉类工业, 1996(4): 29-30.
- [29] 黄业传, 李洪军, 吴照民, 等. 不同部位荣昌猪肉中脂肪含量和脂肪酸组成对比[J]. 食品科学, 2011, 32(22): 216-220. DOI:10.7506/spkx1002-6630-201122045.
- [30] 霍晓娜, 李兴民, 李海芹, 等. 不同部位冷却猪肉中脂肪酸组成与脂肪氧化的变化[J]. 食品科技, 2005, 30(12): 26-30. DOI:10.3969/j.issn.1005-9989.2005.12.009.
- [31] 侯召华, 罗婧, 宁浩然, 等. 冷鲜与真空冷冻干燥猪里脊肉中脂肪酸气相色谱-质谱分析[J]. 肉类研究, 2014, 28(7): 15-18. DOI:10.7506/rlyj1001-8123-201407004.
- [32] 尉立刚, 柴雅婷, 郭超然, 等. 冷冻储藏对猪肉、羊肉和牛肉中脂肪酸含量变化的影响[J]. 中国科技论文, 2019, 14(4): 385-390. DOI:10.3969/j.issn.2095-2783.2019.04.007.
- [33] MUGUREL M, ROXANA L, MARIUS C, et al. Effect of freezing and freezing time on profile in fatty acids of deer meat[J]. Journal of Biotechnology, 2018, 280: S58. DOI:10.1016/j.jbiotec.2018.06.188.